

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

Druscheignung als zentrale Führungsgröße im Erntemanagement

Am Beispiel von vier verfahrenstechnischen Ansätzen

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum agriculturum

(Dr. rer.agr.)

vorgelegt von

Andrea Klüßendorf-Feiffer

geb. am 06.11.1961 in Halle/Sa.

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin:

Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph Marksches

Dekan der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät:

Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Kaufmann

1. Gutachter: Prof. Dr. Jürgen Hahn

2. Gutachter: Prof. Dr. Ruprecht Herbst

3. Gutachter: Prof. Dr. Edmund Isensee

Tag der Disputation: 09.07.2009

Vorwort

Niemand hätte sich vor einem halben Jahrhundert vorstellen können, dass Mähdrescher einmal 80 Tonnen Korn innerhalb einer Stunde ernten werden.

Gleichsam hat man sich auch nicht vorstellen können, dass diese modernen Erntemaschinen dann nur noch fünfzig Prozent ihrer möglichen Leistung auf dem Feld umsetzen.

In der ganzen Entwicklungszeit haben Züchtung, Pflanzenernährung, Pflanzenbau und Agrartechnik ihre eigenen Ziele verfolgt, ohne sich miteinander zu verbünden. Es sind, einzeln betrachtet, hochinnovative Produkte und Technologien entstanden, die jedoch im Verbund oft ihr Wertschöpfungspotenzial nicht ausspielen können oder gar einbüßen.

Die Druscheignung, als verbindendes Kriterium, ist von der Forschung auf Grund der außerordentlichen Komplexität bisher vernachlässigt worden.

Wenn diese Arbeit einen Beitrag leistet, die Druscheignung stärker in den Fokus zu rücken, ist ihre Zielstellung erreicht.

Prof. Dr. Jürgen Hahn, Leiter des Fachgebietes Agrartechnik an der Humboldt-Universität zu Berlin, der die Dissertation in ihrem Entstehungsprozess stets mit wohlwollender und konstruktiver Kritik begleitet hat, gilt mein besonderer Dank, ebenso wie Prof. Dr. Ruprecht Herbst, Fachgebiet Precision Farming an der HU Berlin und Prof. Dr. Edmund Isensee, emeritierter Direktor für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der CAU Kiel, die jeweils Korreferate übernahmen.

Die Arbeit wurde maßgeblich durch die zahllosen Gespräche und Diskussionen mit Wissenschaftlern, Praktikern und Freunden geprägt. Viele von ihnen haben Anteil an den hier vorgestellten Argumentationen genommen und mich auf vielfältige Weise mit Material, Hinweisen und Kritik unterstützt.

Herzlichen Dank sage ich meiner Familie und meinen Mitarbeitern, die mir in dieser Zeit sehr hilfreich zur Seite standen.

Widmung

Diese Arbeit widme ich mit großer Freude meinem Vater, Dr. sc. Peter Feiffer.
Seit über fünfzig Jahren arbeitet er mit Begeisterung am Mähdrusch. Sein gesamtes Wissen hat er unermüdlich auf mich übertragen und so mein eigenes Schaffen mit viel Ermunterung und Nachsicht geprägt. Dafür vielen Dank!

Inhaltsverzeichnis

1.	Problemstellung und Ziele	6
2.	Erkenntnisstand	9
2.1	Definition der Druscheignung	9
2.2	Pflanzenphysiologische Merkmale der Druscheignung und ihre Wechselwirkungen	10
2.3	Mess- und Erfassbarkeit der Druscheignung	18
2.4	Beeinflussbarkeit der Druscheignung	25
2.4.1	Einflussfaktor Witterung	25
2.4.2	Beeinflussbarkeit durch Züchtung	28
2.4.3	Beeinflussbarkeit durch Pflanzenernährung	33
2.4.4	Beeinflussbarkeit durch Pflanzenschutz	40
2.4.5	Beeinflussbarkeit durch Erntemanagement	45
3.	Präzisierte Aufgabenstellung	52
4.	Material und Methoden	53
4.1	Versuchsanlage	53
4.2	Versuchsdurchführung	59
4.3	Bonituren	61
5.	Verfahrenstechnische Ansätze zur Verbesserung der Druscheignung	62
5.1	Züchterischer Ansatz – Halbzwerghybriden im Raps	62
5.1.1	Ergebnisse und Diskussionen	66
5.1.1.1	Ergebnisse	66
5.1.1.2	Diskussion der Ergebnisse	66
5.1.2	Monetäre Bewertung	76
5.1.3	Zwischenfazit	80

5.2	Chemischer Ansatz – Vorerntesikkation im Raps	82
5.2.1	Ergebnisse und Diskussionen	85
5.2.1.1	Ergebnisse	85
5.2.1.2	Diskussion der Ergebnisse	86
5.2.2	Monetäre Bewertung	97
5.2.3	Zwischenfazit	98
5.3	Pflanzenbaulicher Ansatz – Differenzierte Stickstoffdüngung	101
5.3.1	Ergebnisse und Diskussionen	105
5.3.1.1	Ergebnisse	105
5.3.1.2	Diskussion der Ergebnisse	105
5.3.2	Monetäre Bewertung	119
5.3.3	Zwischenfazit	121
5.4	Technologischer Ansatz – Hochschnitt	123
5.4.1	Ergebnisse und Diskussionen	127
5.4.1.1	Ergebnisse	127
5.4.1.2	Diskussion der Ergebnisse	128
5.4.2	Monetäre Bewertung	143
5.4.3	Zwischenfazit	147
6.	Schlussfolgerungen	149
7.	Zusammenfassung / Summary	152
	Literaturverzeichnis	158
	Abkürzungen	173
	Abbildungsverzeichnis	175
	Fotoverzeichnis	179
	Tabellenverzeichnis	181
	Anhangverzeichnis	185
	Anhang	189

1. Problemstellung und Ziele

Die Verbesserung der Druscheignung der Pflanzenbestände ist eine Aufgabe von hoher Bedeutung, deren Nutzeffekt aus Unkenntnis der komplexen Zusammenhänge noch sehr unterschätzt wird.

Ein Mähdrescher der höheren Leistungsklasse kostet heute über eine viertel Million Euro. Mit seiner technischen Ausstattung ist ihm ein bestimmtes Leistungsvermögen gegeben. In welchem Maße das installierte Leistungsvermögen tatsächlich auf dem Feld umgesetzt werden kann, entscheidet im Wesentlichen die Druscheignung des Erntegutes.

Derzeit schöpfen Mähdrescher nur noch weniger als 50 % ihres Leistungspotentials aus. Auch unter den ostdeutschen Bedingungen mit großen Flächen gilt diese Zahl als unangefochten (NACKE 2006). Leistungsverlust bedeutet dabei nicht nur erhöhte Maschinenkosten, sondern in der Hauptsache technologische Folgekosten bei Verlusten, Qualitäten, Trocknung, Folgearbeiten usw. Diese Kosten wiegen heute höher als die Maschinenkosten und werden noch verstärkt durch die positive Preisentwicklung bei den Druschfrüchten. Mittlerweile belaufen sich die durchschnittlichen Gesamternteverluste auf etwa 10 % (FEIFFER ET AL. 2005).

Tab. 1-1: Verlustquellen und Verlustanteile bei der Druschfruchternte

Verlustquellen	Istwert, ca. %	Erreichbarer Bestwert, ca. %
Knickähren	1,0	0,3
Ausfall	0,5	0,3
Auswuchs	0,3	0,2
Schnittähren	1,5	0,7
Spritzverluste	0,5	0,3
Ausdrusch	0,5	0,2
Schüttler/Reinigung	1,5	0,8
Riesel	0,2	0,1
Spaltverluste	1,5	0,5
Atmungsverluste	0,8	0,3
Übergabe/Transport	0,3	0,3
Lagerungsverluste	0,8	0,4
Trocknungsverluste	0,6	0,2
Nährstoffschwund	0,7	0,3
	ca. 10 %	ca. 5 %

Auch die Gesamternteverluste werden von der Druscheignung entscheidend mitbestimmt.

Die Druscheignung ist keineswegs eine unabänderliche Größe, mit der man sich im Ernteprozess abfinden muss. Wohl definiert sie sich über die Pflanzenphysiologie, ist jedoch mannigfaltig im Ernteprozess positiv und gewinnbringend zu beeinflussen. Die Einflussnahme kann und muss auf mehreren Ebenen geschehen:

- Durch die **Züchtung**, die neben Ertrag und Gesundheit auch auf gute Druscheignung selektiert.
- Durch das **Erntemanagement**, das den Prozessablauf so organisiert, dass jede Sorte im richtigen Erntefenster leistungstark und verlustarm geerntet werden kann.
- Durch **pflanzenbauliche Maßnahmen**, die dem Mähdrescher Bestände im Zustand bester Druscheignung als Plattform für hohe Leistungen anbietet.

Auf diesen drei Ebenen kann im Vorfeld agiert werden.

- Mit einer **optimierten Mähdreschereinstellung** und Fahrweise kann man auf den Zustand der Druscheignung hingegen nur noch reagieren.

Daraus leitet sich eine übergeordnete These ab, die am Beispiel einiger verfahrenstechnischer Ansätze nachgewiesen werden soll:

Die Druscheignung ist die zentrale Führungsgröße für die Entscheidungsprozesse des Mähdrusches.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Druschfruchternte von einer derartigen Komplexität durchdrungen ist und der Mähdrusch von einer solchen Fülle von Interaktionen beeinflusst wird, dass es sowohl dem Betriebsleiter als auch dem Mähdrescherfahrer nur noch intuitiv gelingt, sich einem Optimum zu nähern. Das erschwert eine zielführende Umsetzung.

Es besteht dringender Forschungsbedarf, der verschiedene Fachbereiche einbezieht, um praktische Handlungsempfehlungen zu geben. Hierzu will die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten.

Es wird der Versuch unternommen die Druscheignung erstmalig zu definieren. Weiterhin sollen die Interaktionen dargestellt werden und anhand von verfahrenstechnischen Maßnahmen die Auswirkungen auf die Druscheignung aufgezeigt werden. Daraus sind Schlussfolgerungen für Handlungsstrategien abzuleiten.

2. Erkenntnisstand

2.1 Definition der Druscheignung

Die Druscheignung hat erst mit der Entwicklung von gezogenen bzw. selbstfahrenden Mähdreschern an Bedeutung gewonnen. Bei der Handernte mit Sichel und Sense bzw. mit dem Mähbinder wurden die Getreidegarben zwischengelagert, bevor sie von Dreschflegel oder Dreschmaschine ausgedroschen wurden. In dieser Zeit konnte das Stroh nachreifen und verlor an Zähigkeit. Das Korn hat die Feuchtigkeit ausgeschwitzt und der Spelzenschluss lockerte sich, so dass sich die Körner leichter aus der Ähre lösten. Diese Zeitspanne hat die Druscheignung maßgeblich verbessert.

Mit der Einführung von Mähdreschern wurde die auf dem Feld vorherrschende Druscheignung immer wichtiger. Trotz ihres letztlich entscheidenden Einflusses auf die Mähdrescherarbeit ist sie bis heute nicht einheitlich definiert.

Die Mähdrescherkonstruktion sieht die Druscheignung als das Vermögen der Pflanze an, vom Dreschwerk effizient und mit wenig Kornbeschädigungen abgeschieden zu werden. Sie bezieht dabei die Merkmale:

- Feuchte von Stroh und Korn
- Kornabscheidung
- Kornqualität mit Bruchkorn

ein und fasst sie als Dresch- bzw. Harvest-Index zusammen (WACKER 2000, WACKER 1997, BECK 1991).

Die Züchtung versteht unter Harvest-Index dagegen das Verhältnis von Stroh- zu Kornmasse, das heißt mit wie viel Biomasse ein bestimmter Ertrag erzielt werden kann (BÖSE 2005).

Während die Zuchtziele vornehmlich auf Ertrag und Resistenz ausgerichtet sind, ist die Druscheignung nur ein untergeordnetes und ein zu wenig betrachtetes Kriterium innerhalb der vielen agronomischen Eigenschaften der Pflanze, die bearbeitet werden.

Die aufnehmende Hand bzw. die Mühlen sehen in der Druscheignung in erster Linie Qualitätsmerkmale, wie Kornfeuchte, Bruchkorn, Besatz oder Fallzahlstabilität, die Auswirkungen auf die Verwertbarkeit des Korns haben (ERBE 2002).

Der Landwirt definiert Druscheignung viel weiter gefasst. Für ihn sind Sorten vorzüglicher, die

- **verluststabil** in Bezug auf Knickähren, Ausfall und Fallzahlen sind, um damit die Ernteflexibilität zu erhöhen,
- **standfest** sind und Lager vermeiden,
- eine **zeitgleiche Abreife** von Korn und Stroh aufweisen, um nicht Mähdrescherleistung gegen Vorernteverluste oder umgekehrt tauschen zu müssen,
- ein gutes **Auslösevermögen** besitzen, um vom Dreschwerk leistungsstark entkörnt, entspelzt und entgrannt zu werden,
- ein gutes **Abscheidevermögen** für einen effektiven Reinigungsprozess besitzen,
- **bruchkornstabil** sind.

Mähdruscheignung ist demnach die Summe von pflanzenphysiologischen Eigenschaften, die eine flexible Beerntung mit hoher Mähdrescherleistung bei geringeren Verlusten und guten Kornqualitäten gewährleisten.

Während alle Teilbereiche, wie Züchtung, Mähdrescherkonstruktion, aufnehmende Hand, Mühlen u. a., die Druscheignung mehr oder weniger nach den Anforderungen der späteren Verwendung umschreiben, fließen beim Landwirt alle Teilbereiche zusammen. Er muss den Mähdrescher einsetzen, die Sorte anbauen, eventuell einlagern, an die aufnehmende Hand liefern bzw. an die Mühlen verkaufen. Für den Landwirt ist deshalb die Druscheignung wesentlich komplexer.

Die Formulierung „Druscheignung“ betrachtet in der wörtlichen Auslegung lediglich die Geschehnisse im Dreschwerk, dennoch handelt es sich vielmehr um die Mähdruscheignung, die alle Arbeitsorgane im Mähdrescher und deren Wechselbeziehungen berücksichtigt.

2.2 Pflanzenphysiologische Merkmale der Druscheignung und ihre Wechselwirkungen

Die Druscheignung wird von bestimmten pflanzenphysiologischen Merkmalen charakterisiert (FEIFFER, P. 1964).

Dazu gehören:

- Strohfeuchte und -zähigkeit
- Kornfeuchte
- Lagerneigung
- Spelzenschluss (Kornsitz)
- Längen-Dicken-Index
- Korn-Stroh-Spreu-Verhältnis
- Bruchempfindlichkeit
- Strohlängenfraktionierung

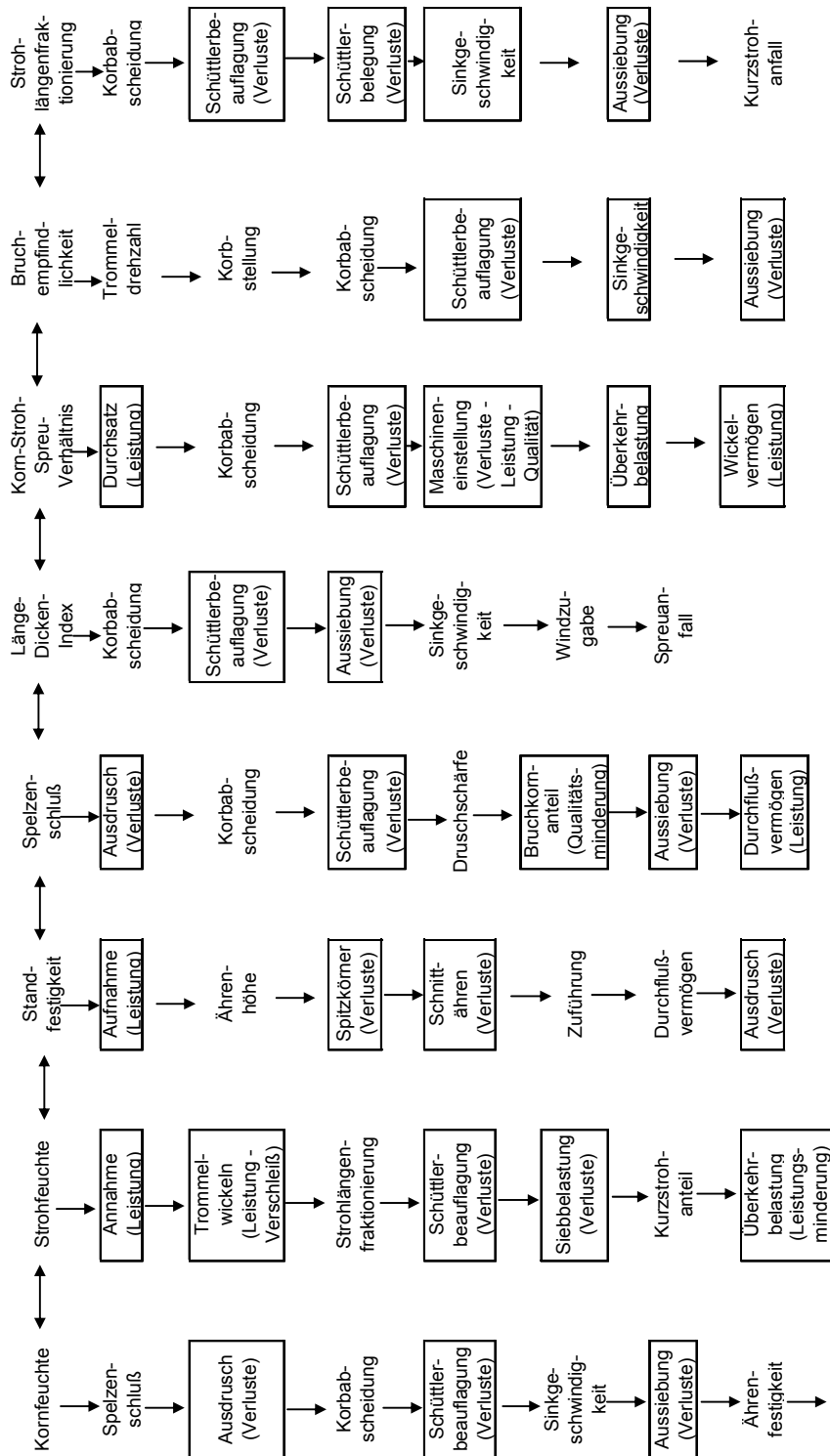


Abb. 2-1: Druscheignungsmerkmale und ihre Wechselbeziehungen (FEIFFER, P. 1964).

Die Merkmale stehen in enger Wechselbeziehung zueinander und wirken sich auf die Mähdrescherarbeit aus (Abb. 2-1).

Die Strohfeuchte und noch mehr die Stroh Zähigkeit haben auf Mähdrescherleistung und Druschverlust den größten Einfluss.

Ein Schüttlermähdrescher z. B. der mittleren Leistungsklasse verarbeitet in einer Stunde etwa 20 t Weizenstroh und ebenso viel Korn. Das Stroh nimmt jedoch ein etwa 30-mal größeres Schüttvolumen ein und muss innerhalb dieser Stunde durch einen Dreschspalt, der etwa 10 mm und damit nicht mehr als die Stärke eines Daumens beträgt. Dem Ausdruschvorgang bleibt bei einem Eintrommeldreschwerk nur etwa 1/20 sec. Zeit, das Korn aus der Ähre zu lösen (ARDENNE V. ET AL. 1981). Etwa 95 % der Körner sollen spätestens an den letzten Korbsegmenten ausgedroschen und abgeschieden sein. Der Schüttler, auch wenn er flächenmäßig sehr groß ist, schafft nicht mehr als 5 % der Abscheideleistung zuverlässig zu übernehmen.

Je **feuchter und zäher das Stroh** ist, desto größer sind die Probleme, die sich von einem Arbeitsorgan zum anderen fortsetzen.

Ein Beispiel: Ein sauberer Schnitt und ein gleichmäßiger Einzug des Gutes an der Querförderschnecke ist nicht mehr gegeben. Gutstau und Wickler am Schneidwerk sind die extremen Folgen. Über die Schachtketten wird das nunmehr ungleichmäßige Erntegut dem Dreschwerk zugeführt. Bei feuchtem, zähem Erntegut muss wesentlich mehr Kraft aufgewendet werden, um die Körner aus der Ähre zu lösen. Denn auch das Merkmal **Spelzenschluss** ist negativ beeinflusst worden und die Körner sitzen fester. Das Dreschwerk muss „schärfer“ eingestellt werden. Die Dreschtrommel arbeitet mit höheren Drehzahlen, um einerseits den Gutfluss in Gang zu halten und Trommelwickler zu verhindern und andererseits um Ausdruschverluste zu verringern. Der Dreschkorb wird enger gestellt, um die Reibwirkung für einen guten Ausdrusch zu erhöhen.

Auf Grund der erforderlichen Druschschärfe wird Feuchtigkeit aus dem Stroh ausgepresst und teilweise vom durchrieselnden Korn aufgenommen. Die Kornfeuchte erhöht sich auf dem Wege vom Halm bis in den Bunker auf diese Weise um bis zu 4 %. Eine teure Nebenwirkung, denn jedes Prozent Rücktrocknung kostet ca. 5 € je Tonne (STEPHANI 2007).

Die **Strohlängenfraktionierung** verändert sich bei feuchtem Stroh ebenfalls und es wird für die Körner schwerer das Stroh zu durchdringen. Hier überlagern sich zwei Effekte:

- das Korn löst sich erst später aus der Ähre
- das Korn durchdringt die feuchte Strohmatte langsamer.

Beide Effekte führen dazu, dass die Korbfläche nicht effektiv genutzt werden kann, weil die Abscheidung erst verspätet auf den mittleren und hinteren Segmenten erfolgt. Die Abscheidequote von 95 % wird nicht mehr erreicht und der Schüttler als Folgeorgan mit einem größeren Anteil an Körnern beaufschlagt.

Ein Schüttler arbeitet mit der Schwerkraft der Körner. Sein technisches Abscheidepotential ist ohnehin begrenzt und wird zusätzlich durch die erschwerte Strohdurchdringung des Korns reduziert. Zugleich wird er höher mit Körnern beaufschlagt, so dass die Schüttlerverluste exponential ansteigen.

Auch die Siebleistung ist bei feuchtem Stroh eingeschränkt. Der im Dreschwerk ausgequetschte Zellsaft erhöht die Feuchtigkeit des Gutgemisches und erschwert die Entmischungsprozesse auf den Sieben. Weiter geöffnete Siebe bei gleichzeitiger Zugabe von Wind können höhere Verluste nur begrenzt verringern.

Feuchtes, zähes Stroh fordert vom Häcksler deutlich mehr Kraft und kann dem eigentlichen Druschprozess bis zu 40 % Leistung entziehen. Der Grad der Strohzerkleinerung und Strohverteilung verschlechtert sich mit sehr negativen Auswirkungen auf den zukünftigen Feldaufgang.

Hinzu kommt die Kompromisslösung zwischen Ausdruschverlusten und Bruchkorn. Eine scharfe Dreschwerkseinstellung fördert zwar bei feuchten Strohverhältnissen neben der Leistung auch den Ausdrusch, erhöht aber gleichzeitig den **Kornbruchanteil**.

Auch wenn feuchtes und zähes Stroh die schwierigste Konstellation im Gefüge der Druscheignung darstellt, ist im Umkehrschluss nicht zu schlussfolgern, dass zunehmende Strohtrockenheit die Druscheignung fortwährend verbessert. Das trifft nur bis zu einem bestimmten Grad zu.

Trockenes Stroh, z. B. unter 20 % Feuchte, wird sehr spröde. Es lässt sich zwar einfach schneiden und fördern, wird jedoch im Dreschwerk stark zerkleinert. Die **Strohlängenfraktionierung** verändert sich und es entsteht das sogenannte Kurzstroh. Dieses gelangt auf die Schüttler und Siebe, verstopft die Spaltöffnungen und behindert die Abscheidung der Körner, so dass Schüttler- und Reinigungsverluste ansteigen.

Die **Kornfeuchte** spielt im Abscheideprozess eine eher untergeordnete Rolle. Während man bei der Strohfeuchte jeden Prozentpunkt deutlich an der Mähdrescherarbeit ablesen

kann, ist eine Zunahme der Kornfeuchte bis etwa 18 % nicht erheblich. Erst ab ca. 20 % sinkt die Rieselfähigkeit und damit die Abscheideleistung.

Bei der **Bruchempfindlichkeit** spielt die Kornfeuchte dagegen eine entscheidende Rolle. Je nach Genotyp, der auch den **Längen-Dicken-Index** sowie den **Spelzenschluss** des Korns bestimmt, steigt mit zunehmender Korntrockenheit die Bruchgefahr im Dreschwerk und in den Förderorganen.

Sorten mit geringem Längen-Dicken-Index, deren Körner der runden Form nahe kommen, und einem lockeren Spelzenschluss, der die Körner ohne scharfen Dreschwerkseingriff freigibt, sind weniger bruchgefährdet. Die Bruchempfindlichkeit entwickelt sich derzeit zu einem immer stärker beachteten Merkmal der Druscheignung, denn 1 % Bruchkorn sind letztlich 2 % Ertragseinbuße.

Vor über 20 Jahren wurde mit Hilfe von MANFRED V. ARDENNE die Bruchkornentstehung untersucht (ARDENNE V. ET AL 1981).

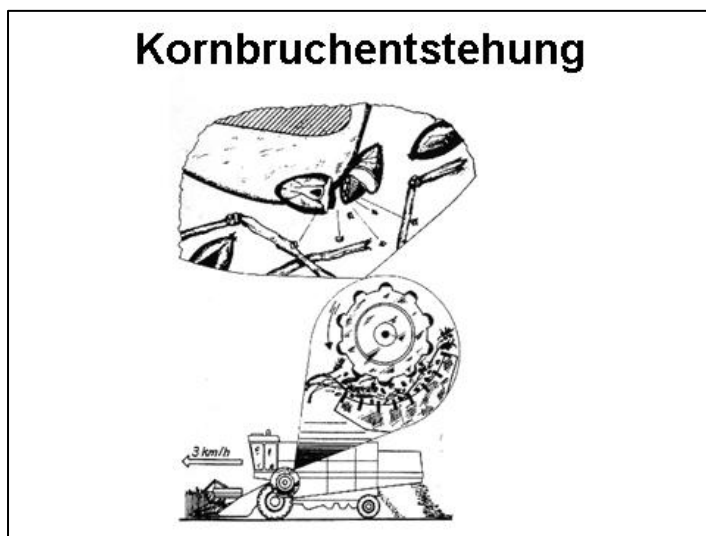


Abb. 2-2: Entstehung von Kornbruch im Dreschwerk

Ein stationäres Dreschwerk wurde in einen Glaskasten gesetzt, mit Kaltlichtlampen stark ausgeleuchtet und mit Überzeitlupenkameras die Vorgänge im Dreschwerk gefilmt (Abb. 2-2). Man stellte damals fest, dass neben dem klassischen Bruchkorn, welches man im Kornbunker wiederfindet, auch das sogenannte Spalt- und Splitterkorn entsteht. Diese Bestandteile sind so klein und leicht, dass sie vom Gebläse ins Schwad befördert werden. Dieser Kleinkornanteil betrug seinerzeit 1/3 vom Bruchkornanteil in der

Bunkerware. Bis in die heutige Zeit wurde dieser Kleinkornanteil nicht wahrgenommen, zumal man ihn im Schwad nicht sieht und er später auch nicht grün aufläuft.

Mittlerweile haben sich die Sorten im Zusammenspiel mit der Produktionstechnik in ihren Eigenschaften sehr verändert, so dass bestimmte Merkmale der Druscheignung befördert wurden, die Bruchempfindlichkeit jedoch massiv beeinträchtigt wurde.

Heutige Sorten

- sind viel kürzer in der Strohlänge bzw. werden kurz gespritzt. Es fehlt das schützende Strohpolster im Dreschwerk, dass die An- und Abprallvorgänge des Korns an Schlag- und Korbleisten abmildert.
- haben viel größere Körner über Einzelährentypen, die in Dresch- und Förderorganen eher zerbrechen.
- haben viel weniger Spelzenanteile, die eine äußere Schutzhülle darstellen.
- werden mit Mehrtrommeldreschwerken geerntet, wobei die Schlagpunktzahl und damit die mechanische Beanspruchung des Korns stark ansteigt.

Das führt dazu, dass nicht nur der Bruchkornanteil an sich, sondern auch das Verhältnis zum Kleinkornanteil sehr angestiegen ist. Nach neuesten Untersuchungen beträgt das Verhältnis Bruchkorn zu Kleinkorn bereits 1 : 1 (Abb. 2-3), (RADEMACHER 2007, HARVEST POOL 2006).

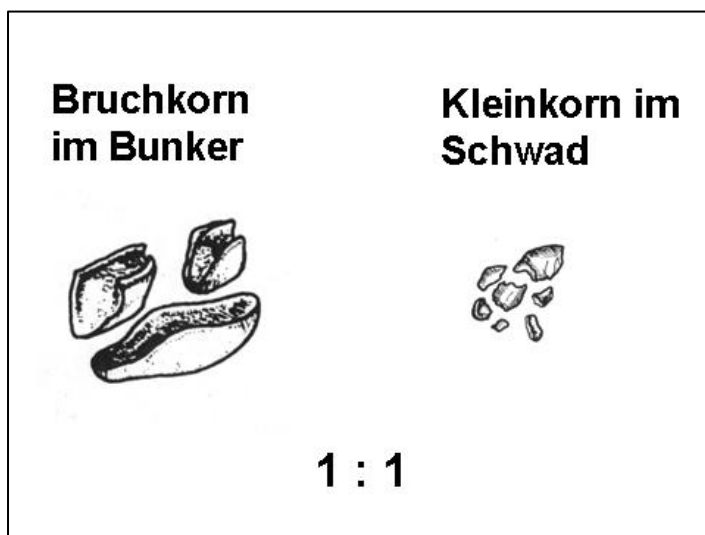


Abb. 2-3: Verhältnis von Bruchkorn zu Kleinkornanteilen

Bei heute ca. 2 – 4 % Bruchkorn in der angelieferten Ware verdoppeln sich die Einbußen auf 4 – 8 % (KLÜBENDORF 2008). Das rückt das Merkmal Bruchempfindlichkeit mehr und mehr in den Fokus der Druscheignung.

Auch aus diesem Grunde sind Axialdruschsysteme, die eher reibend als schlagend ausdreschen, auf dem Vormarsch. Sie entkörnen die Ähren sehr schonend und entfalten neben hohem Durchsatzvermögen hier ihren Vorteil. Gegenüber dem Merkmal Strohfeuchte und Stroh Zähigkeit sind sie jedoch sehr empfindlich und reagieren mit größerem Leistungsverlust. Mehrtrommeldreschwerke kommen mit feuchtem Stroh gut zurecht, indem sie die Drusch- und Abscheidephase verlängern. Bei trockenem Stroh entsteht jedoch viel Kurzstroh, welches die Schüttler- und Siebarbeit beeinträchtigt und zu höheren Verlusten führt. Die Bruchkorngefahr ist bei diesen Druschkonzepten am größten.

Hybridsysteme, mit Rotoren statt Schüttler, vereinen ein hohes Leistungsvermögen mit schonendem Drusch. Bei einem Schüttlermähdrescher lastet die gesamte Arbeit des Ausdrusches auf dem Dreschwerk, wobei der Schüttler nur als Restkornabscheider der losen Körner im Stroh fungiert. Bei Hybridmähdreschern kann man einen Teil des Ausdrusches auf die Rotoren verschieben und somit die Schärfe am Dreschwerk zugunsten der Kornqualität reduzieren.

Alle Merkmale der Druscheignung wirken sich je nach Ausprägung auf die Mähdrescherarbeit aus. Mähdrescher sind „Hochleistungspferde“. Die Wirkprinzipien ihrer Arbeitsorgane sind über 200 Jahre alt und bis heute „nur“ stetig mobilisiert bzw. hochgezüchtet und deshalb sehr empfindlich. Jegliches Abweichen von den optimalen Druschbedingungen führt zu Leistungsminderung, erhöhten Verlusten und ungünstigen Qualitäten mit großen monetären Auswirkungen.

2.3 Mess- und Erfassbarkeit der Druscheignung

Die Merkmale, die die Druscheignung widerspiegeln, können erfasst bzw. gemessen werden (Tab. 2-1).

Tab. 2-1: Mess- bzw. Erfassbarkeit der Druscheignungsmerkmale

Merkmale der Druscheignung	Mess-/Erfassbarkeit
Strohfeuchte	Trockenschrank
Kornfeuchte	Schnellfeuchtebestimmung
Lagerneigung	visuelle Bestimmung von Schweregrad und Form des Lagers
Spelzenschluss	Ährendreschmaschine im Labor, wobei das Gut in definierter Menge, Einstellung und Zeit ausgedroschen wird und auf unausgedroschene Körner untersucht wird.
Längen-Dicken-Index	Kornabmessungen
Korn-Stroh-Spreu-Verhältnis	Probedrusch einer definierten Menge
Bruchempfindlichkeit	Labordreschwerk, wobei das Gut bei definierter Trommel- und Korbeinstellung gedroschen wird und der Bruchkornanteil festgestellt wird.
Strohlängenfraktionierung	Strohlängenverhältnis nach dem Drusch bei definierter Dreschwerkseinstellung

Für den Landwirt sind all diese Meßmethoden, bis auf die Kornfeuchtebestimmung, nicht praxistauglich. Sie erfordern ein aufwendiges Messinstrumentarium und vor allem Zeit, die der Landwirt in der Ernte nicht hat. Sie dienen vielmehr den Mähdrescherkonstrukteuren, ihr Versuchsdesign zu vereinfachen, zu standardisieren und zu reproduzieren (FEIFFER ET AL 1969).

Zum Erntetermin ist der Landwirt jedoch darauf angewiesen, die tatsächliche Druscheignung zu erfassen, um sie in eine optimale Mähdreschereinstellung und Arbeitsorganisation umzusetzen. Hier fehlt ihm ein geeignetes Handwerkszeug und er ersetzt es durch Intuition.

Subjektive Erfassung der Druscheignung

FEIFFER, P. hat in den 60er Jahren dazu eine Methodik entwickelt, die bis heute gängige Praxis ist. Sie verschafft dem Landwirt eine „gefühlte“ Druscheignung der Bestände, die als Ausgangspunkt für Entscheidungen sehr brauchbar ist und kein aufwendiges Instrumentarium benötigt:

Der Landwirt reißt ein Bündel Stroh aus dem Bestand und wendet die sogenannte Strohverdrehprobe an. Er verwindet das Stroh mit beiden Händen und erfasst mit einem Griff dessen Zähigkeit und Feuchtigkeit. Mit einiger Erfahrung kann er dieses Gefühl in eine erforderliche Druschschärfe mit entsprechender Trommel/Rotordrehzahl und Dreschspaltweite umsetzen. Weiterhin entnimmt er aus unterschiedlicher Bestandeshöhe einige Ähren. Er benutzt seine Hände als sein individuelles Dreschwerk und reibt die Körner aus. Dadurch erhält er einen Eindruck, wie fest der Spelzenschluss ist bzw. wie leicht sich die Körner aus der Ähre lösen. Durch das Zerbeißen einiger Körner oder die Nagelprobe erfährt der Landwirt deren mögliche Bruchempfindlichkeit. Dieses Gefühl kombiniert er mit der Kornfeuchtebestimmung über den Feuchtemesser und der Begutachtung der Korngröße.

Auslösevermögen, Bruchempfindlichkeit, Feuchte und Größe des Korns bilden gemeinsam mit der Strohverdrehprobe und anderen subjektiven Eindrücken, wie Grannenbesatz, Strohlänge usw., die Grundlage für die spätere Mähdreschereinstellung bzw. für weitere technologische Entscheidungen.

Indirekte Erfassung der Druscheignung im Mähdrescher

Bis heute ist es der Mähdreschertechnik nicht gelungen die Merkmale der Druscheignung eines Bestandes direkt über Sensoren zu messen, um sie in eine automatisch optimierte Mähdreschereinstellung münden zu lassen. Sie bietet jedoch dem Landwirt bzw. dem Mähdrescherfahrer eine Reihe von Informationen, die indirekt die Druscheignung widerspiegeln. Damit wird die gefühlte Druscheignung technisch untersetzt und führt zu einer Präzisierung der Mähdreschereinstellung:

Heute wird z. B. die Motorauslastung gemessen und angezeigt und vor Drehzahlabfall der Dreschtrommel gewarnt, während man früher auf sein geschultes Gehör angewiesen war. Diese Belastungsanzeige ist ein Synonym für die Strohkonsistenz.

Auch die Schüttler-/Rotor- und Reinigungsverluste werden angezeigt, die in enger Wechselwirkung mit der Druscheignung stehen. Sowohl bei feuchtem, zähem Stroh als auch bei trockenem, mürbem Stroh steigen sie stark an. Über piezoelektrische Geber werden diese Verluste erfasst. Das Wirkprinzip wurde schon 1961 von FEIFFER, P. und ARDENNE v. entwickelt. Die Geber können jedoch nur den tendenziellen Verlauf der Verluste wiedergeben nicht aber deren absolute Höhe.

Wenn das Stroh-Spreu-Korngemisch die Schüttler oder Rotoren bzw. die Reinigung verlässt, durchdringt nur ein Teil der Verlustkörner dieses Gemisch und prallt auf die Geber. Wie hoch dieser Anteil ist hängt vornehmlich von der Strohkonsistenz ab.

Ein Beispiel:

- Bei Wintergerste mit trockenen Stroh- und Kornverhältnissen gelangen viel mehr Verlustkörner durch die Stroh-Spreumatte hindurch und prallen auf die Geber. Fast der gesamte Verlustwert wird signalisiert (Abb. 2-4).

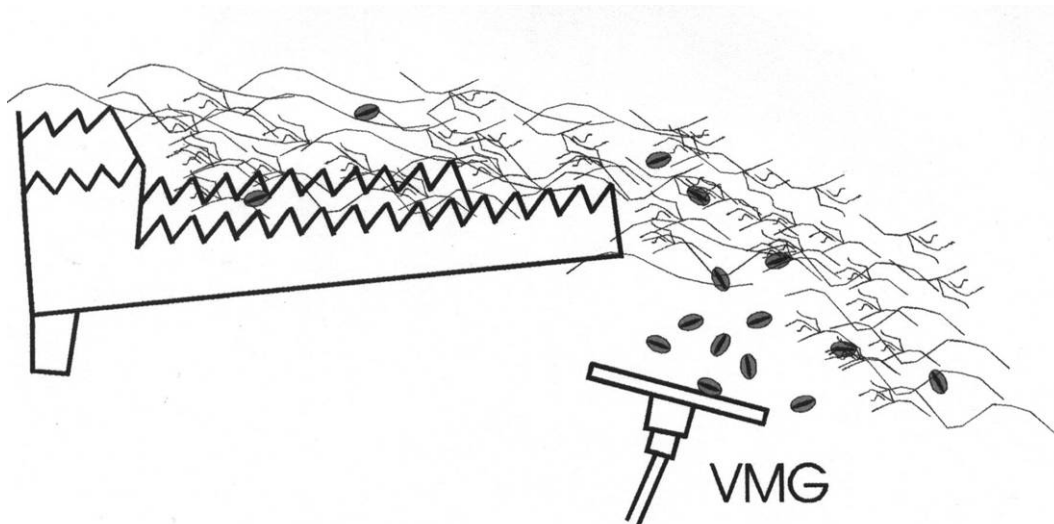


Abb. 2-4: Beaufschlagung des Verlustsensors bei trockenem Weizen

- Bei Wintergerste mit feuchten Stroh- und Kornverhältnissen, wobei die Grannen noch zum Teil am Korn haften, durchdringen viel weniger Körner die Gutmatte, um auf die Geber zu prallen. Es wird ein geringerer Verlustwert signalisiert, weil ein Teil der Körner die Geber nicht erreicht (Abb. 2-5).

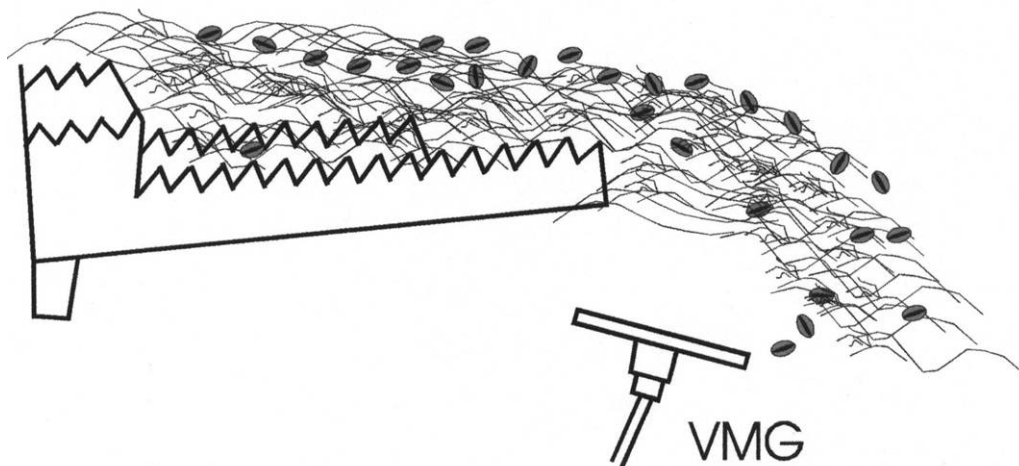


Abb. 2-5: Beaufschlagung des Verlustsensors bei feuchter Wintergerste

In beiden Fällen wird die Information zur Druscheignung völlig fehlinterpretiert und falsch umgesetzt. Im ersten Fall wird wegen der angezeigten vermeintlich höheren Druschverluste die Fahrgeschwindigkeit zurückgenommen, obwohl tatsächlich im Schwad nur wenig Körner liegen. So wird Leistung in der besten Druschzeit verschenkt. Im zweiten Fall wird suggeriert, dass die Druschverluste gering sind, obwohl der Anteil im Schwad hoch ist. Die Fahrgeschwindigkeit wird erhöht und ein unzulässiges Maß an Verlusten produziert.

Verlustkontrollgeräte sind erst eine wertvolle Hilfe, wenn sie kalibriert und mit den tatsächlichen Verlusten im Schwad abgeglichen werden (FEIFFER ET AL. 2003).

Eine weitere Informationsquelle ist die Anzeige der Überkehrmenge. Sie untersetzt das zuvor per Hand ermittelte Auslösevermögen der Körner aus den Ähren und führt zu entsprechender Dreschwerks- und Siebeinstellung.

Ebenso kann die Kornfeuchte der Bunkerware gemessen und der Abtrocknungsverlauf über den Tag verfolgt werden, um eine fließende Anpassung der Mähdrescherarbeit zu erzielen.

Zur Überprüfung der Bruchempfindlichkeit, die man im Vorfeld mit der Zerbeißprobe eingeschätzt hat, wird die Bunkerware nach dem Drusch begutachtet. Das geschieht heute ausschließlich visuell, obwohl kein Fahrer in der Lage ist, den Bruchkornanteil mit hinreichender Genauigkeit zu schätzen. Das erschwert eine Umsetzung in eine optimale Mähdreschereinstellung (FEIFFER 2000).

Wegen der großen monetären Einbußen bei Bruchkorn arbeiten New Holland und Claas an einer Vorrichtung, die Kornbruch und Besatz messen und prozentual angeben kann. Auf der Agritechnica 2007 wurde von New Holland ein erster Prototyp vorgestellt (RAMÜNKE 2007).

Alle Möglichkeiten zur indirekten Erfassung der Druscheignung sind ein hervorragendes Instrumentarium, aber sie überfordern den Nutzer. Denn er muss diese Fülle von Informationen in die komplexen Zusammenhänge einordnen und dann die richtige Einstellkombination für die verschiedenen Arbeitsorgane des Mähdreschers wählen. Das gelingt ihm eher selten, und oft genug wird eine eingespeicherte Standardeinstellung, über die verschiedensten Druschbedingungen hinweg, beibehalten. Praxisuntersuchungen zeigen, dass eine unangepasste Mähdreschereinstellung zu Leistungsverlusten von 15 – 25 % führt. Es fehlt die Umsetzung der Informationen in Handlungsanleitungen für den Fahrer, der in allen Einstellfragen bisher auf sein Können, seine Erfahrungen und sein Talent angewiesen ist.

Mathematische Modelle

Bereits in den 90er Jahren wurde versucht, die Dreschwerksarbeit mathematisch zu formulieren, um sie für unterschiedliche Druscheignungen automatisch zu optimieren. Das ist bis heute nicht gelungen (KUTZBACH 2000, BECK 1999, BAUMGARTEN, 2001, ZWIEBEL 2007).

Einen anderen Ansatz liefert der „Mähdruschassistent“ (UHLIG 1996). Er verknüpft die Druscheignung mit mathematischen Funktionen, die für einen bestimmten Mähdreschertyp die optimale Einstellung der Arbeitsorgane, die Leistung bei einem angestrebten Druschverlust sowie die Erntekosten errechnet (Abb. 2-6).

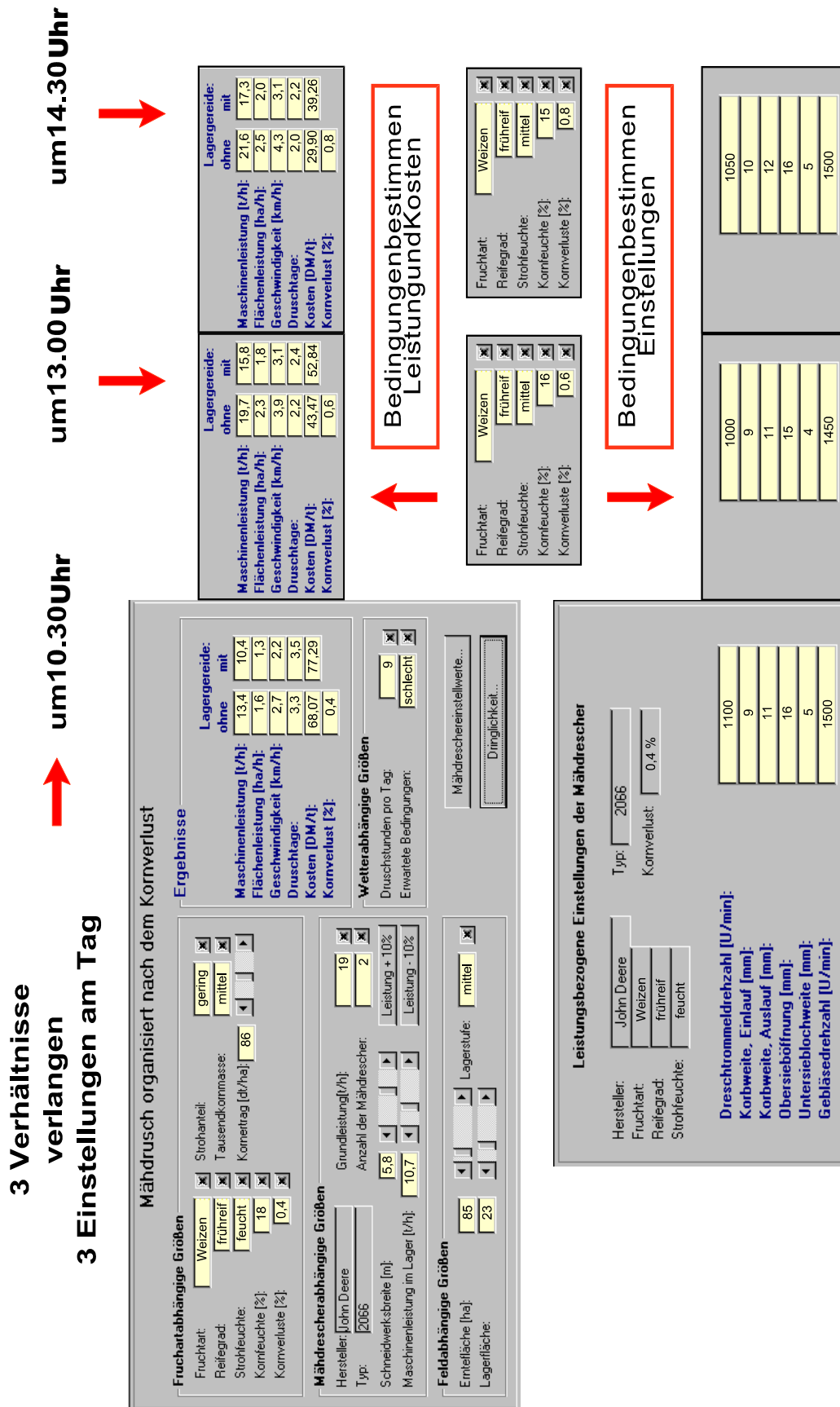


Abb. 2-6: Errechnete Daten zur Leistungs- und Mähdruschereinstellung auf Grund der Einschätzung der Druscheignung und der Festlegung eines Verlustniveaus

Dazu sind manuelle Eingaben zur Charakterisierung der Druscheignung notwendig, die jedoch äußerst praxisgerecht gestaltet sind. Sie folgen der Idee des botanischen Schlüssels, so dass eine einfache und zugleich sichere Einschätzung der Druscheignung des Bestandes gewährleistet ist. Die errechneten Daten zu Einstellung, Leistung und Verlust treffen nicht mit absoluter, aber mit hinreichend hoher Sicherheit ein. Sie geben dem Nutzer eine Handlungsanleitung, wie er bei den jeweiligen Bestandesbedingungen den Mähdrescher optimal führt.

Der Mähdruschassistent ist ein Teil einer biologischen, meteorologischen, technologischen, technischen, ökonomischen Datenbank, die ca. 52 Mio. Kombinationen beinhaltet. Sie könnte die Grundlage für einen intelligenten, sich selbst einstellenden, Mähdrescher bilden.

2.4 Beeinflussbarkeit der Druscheignung

Im Kapitel der Problemstellung wurde dargelegt, dass die Druscheignung keine unabänderliche Größe ist und im Gegenteil auf vielfältige Weise beeinflussbar ist.

Es ist nicht das Ziel des Landwirts die Druscheignung als gegeben hinzunehmen und nur darauf zu reagieren. Die Kosten und Einbußen wären zu hoch. Es ist vielmehr sein Ziel, die Druscheignung schon im Vorfeld zu verbessern: sie ist die entscheidende Größe im Erntemanagement. Dazu steht ihm ein breites Spektrum aus Züchtung, Pflanzenbau und Arbeitsorganisation zur Verfügung.

2.4.1 Einflussfaktor Witterung

Einen Faktor, den der Landwirt nicht beeinflussen kann, der aber die Druscheignung ganz maßgeblich bestimmt, ist die Witterung. Der Witterungsverlauf vom Aufwuchs bis zum Erntetermin ist zunächst entscheidend, wie stark die Merkmale der Druscheignung ausgeprägt sind (KRUMBIEGEL ET. AL 1985).

Witterungsverlauf bis zur Ernte

Als Beispiel dienen die Jahre 2003 und 2004.

Das Jahr 2003 war gekennzeichnet von extremer Vorsommertrockenheit. Die Bestände wuchsen nur kniehoch, das Stroh war mürbe und trocken und ließ sich ausgezeichnet dreschen. Sortentypische Vor- und Nachteile in der Druscheignung wurden größtenteils egalisiert. Das Jahr 2004 dagegen war kühl und feucht. Die Bestände wiesen fast doppelt soviel Stroh auf, welches eher zähe und schwer zu dreschen war. Die sortentypischen Vor- und Nachteile der Druscheignung wurden noch verstärkt.

Der Witterungsverlauf bis zum Erntetermin kann die Druscheignung einer Sorte nachhaltiger beeinflussen als sie von Züchterseite vergeben wurde (MÜLLER, HAHN 2003, LEBERECHT, 1990b).

Täglicher Ernteverlauf

Ab Erntetermin setzt dann die dynamische Veränderung der Druscheignung innerhalb eines jeden Erntetages ein (HOFFMANN 1998b, HILL 1984). Vormittags, zu Druschbeginn, ist das Stroh und Korn noch feuchter. Das erschwert die Ausdrusch- und Abscheideprozesse. Die Mähdrescherleistung ist reduziert bzw. die Verluste und Kosten steigen (Abb 2-7).

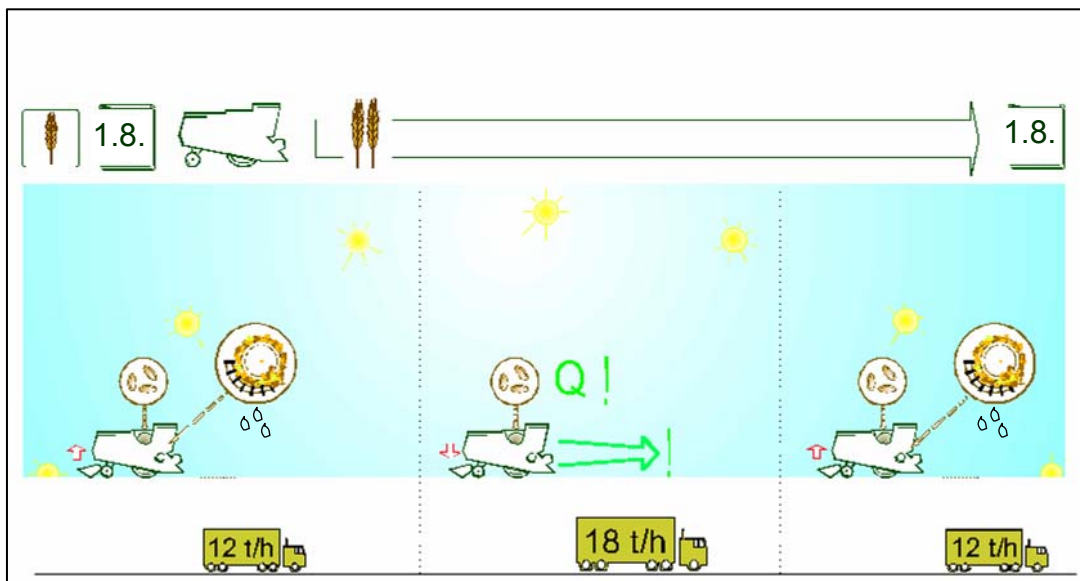


Abb. 2-7: Veränderung der Druscheignung über den Tag (nach Feiffer)

Mit zunehmender Sonneneinstrahlung über den Tag trocknet das Stroh und Korn ab und verbessert fortlaufend die Druscheignung. Die Mähdrescherleistung steigt bzw. die Druschverluste und Kosten sinken. Gegen Abend, wenn die Sonneneinstrahlung nachlässt, bzw. nachts, wenn Tau zu einer Befeuchtung von Stroh und Korn führt, verschlechtert sich die Druscheignung und damit das Leistungsvermögen des Mähdreschers. Verluste und Kosten steigen an.

Witterungsverlauf über die Druschkampagne

Diese Dynamik findet nicht nur über den Tagesverlauf statt, sondern wird noch überlagert durch den Reifeprozess während der Druschkampagne. Der stetige Wechsel von Wiederbefeuchtung und Abtrocknung führt zu einem Zermürbungsprozess des Strohs. Am Anfang der Beerntung einer Sorte ist das Stroh z. B. gerade abgereift, aber noch zähe. Der Spelzenschluss ist noch nicht gelockert bzw. die Grannen sitzen noch fest. Mit zunehmender Standzeit des Getreides verbessern sich diese Eigenschaften durch den Zermürbungsprozess und hohe Mähdrescherleistungen bei guten Qualitäten und Kornfeuchten sind möglich.

Bei zu langer Standzeit z. B. wegen Mähdrescherknappheit oder Witterungsunbilden schreitet der Zermürbungsprozess weiter fort und schränkt die Druscheignung wieder ein. Das Stroh wird brüchig, im Dreschwerk zu Kurzstroh zerschlagen und behindert die Abscheidung. Die Hüllenspannung des Korns nimmt zu und damit die Bruchempfindlichkeit. Die Fallzahlen sind in Gefahr (Abb. 2-8).

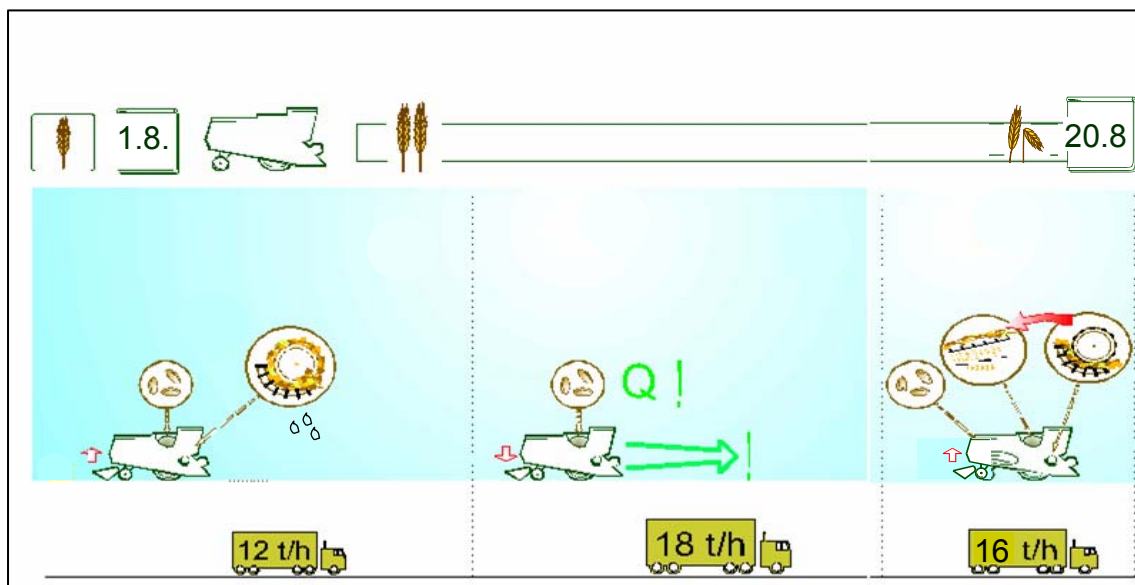


Abb. 2-8: Veränderung der Druscheignung über die Erntekampagne

Die Entwicklungsdynamik der Druscheignung ist nicht zu beeinflussen. Man kann lediglich mit einer fließend angepassten Mähdreschereinstellung reagieren bzw. mit geeigneten Maßnahmen der Arbeitsorganisation versuchen, die Erntezeiten mit ungünstiger Druscheignung zu vermeiden.

Geeignete Maßnahmen der Arbeitsorganisation heißt dabei:

- die Sorten in der Reife zu staffeln, um die günstigen Erntefenster zu besetzen
- mit einer optimalen Mähdrescherkapazität eine schlagkräftige Ernte in diesen Druschfenstern zu sichern
- durch eine gute Arbeits- u. Transportlogistik Höchstleistungen der Mähdrescher in diesen Erntefenstern zu ermöglichen
- mit pflanzenbaulichen Maßnahmen die Druscheignung verbessern, um so die Effekte der vorgenannten Maßnahmen zu steigern

Ziel ist es, die Sonne, die jährlich etwa 10 Mio. kWh auf jeden Hektar abstrahlt, als kostenlose Energiequelle für Trocknung und Reife und damit für die Druscheignung und letztlich für hohe Mähdrescherleistungen bei geringen Verlusten und Kosten höchstmöglich einzusetzen.

2.4.2 Beeinflussbarkeit durch Züchtung

Die Witterung wirkt unabhängig von unserem Handeln auf die Druscheignung der Pflanze ein und verändert sie laufend. Man kann nur indirekt reagieren. Mit der Züchtung kann man dagegen auf direktem Wege die Druscheignung der Pflanze verändern.

Vor etwa 10.000 Jahren begann durch den Menschen die Positivauslese der Wildgräser und seit dieser Zeit sind die Zuchtziele einem steten Wandel unterworfen. Die Urformen des heutigen Getreides waren perfekt ausgerüstet, um ihren warmblütigen Fressfeinden zu entgehen (BÖSE 2005). Die Ähren reiften nicht gleichzeitig ab, sondern fielen zeitversetzt in Bruchstücken zu Boden. Für die damalige Methode der Handernte durch Abstriffeln war diese Eigenschaft ungünstig. Die Körner waren von einer dicken Spelze umschlossen. Das war schlecht für die Verdauung bei den Fressfeinden, jedoch ein guter Schutz gegen vorzeitiges Keimen bei Trockenheit. Die langen Grannen störten bei

der Nahrungsaufnahme, sorgten aber für eine weite Verbreitung durch das Einhaken in Pelze und Federn der Fressfeinde. Ziel der Positivauslese war es zunächst, eine einheitliche Keimung und Abreife zu erreichen, die Spindelbrüchigkeit zu senken und eine einfache Entspelzung und Entgrannung zu realisieren. Die Druscheignung spielte keine Rolle.

In der Zeit der Ernte mit Sichel, Sense und Mähbinder rückte die Ertragssteigerung in den Vordergrund. Die Ansprüche an eine gute Druscheignung waren nur gering, weil das Getreide auf der Tenne nachreifen konnte. Mit der Einführung des Mähdreschers verlagerte sich die Ausreife von der Garbe auf den Halm und der Erntetermin von der Gelb- zur Totreife. Das veränderte die Zuchtziele drastisch, besonders hinsichtlich des Strohs. Die Druscheignung stand plötzlich in hoher Priorität.

Übermannshohe Sorten, die schnell ins Lager gingen, waren für den Mähdrusch ungeeignet. Sorten mit guter Strohstabilität und weniger Strohaufkommen waren dagegen gefragt. Über den Mähdrusch kam es zur starken Selektion der Sorten. Als Beispiel dienen die Sortentypen Heine und Derenburger Silberweizen, die im Osten Deutschlands angebaut wurden.

Heine VIII war sehr ausfallfest, für die Binderernte gut geeignet und wies hohe Erträge auf. Der Spelzenschluss war jedoch so fest, dass die Mähdruschernte nur mit hohen Ausdruschverlusten vollzogen werden konnte.

Derenburger Silberweizen war ebenfalls ein ertragreicher, aber später Sortentyp. Die Mähdruschreife wurde erst Anfang September erreicht, wo die Erntesicherheit nicht mehr gegeben war. Die Mähdrescherleistung sank auf über die Hälfte auf Grund des schwer dreschbaren Strohs und des hohen Grannenanteils.

Beide Sorten schieden wegen ihrer ungünstigen Druscheignung im Rennen um den Mähdrusch aus.

Mit der rasanten Entwicklung der Landtechnik kehrte sich das Bild wieder um. Nicht die Züchtung selektierte nun weiter für den Mähdrusch, sondern der Maschinenbau passte die Mähdrescher in Leistung und Ausstattung an die neuen Sorten und deren Druscheigenschaften an. Es war einfacher und schneller möglich die Motorleistung zu erhöhen als eine Sorte mit guten Ertrags- und Druscheigenschaften zu züchten. Damit blieb die Druscheignung ein untergeordnetes Kriterium im Katalog der Zuchtziele.

In den 80er Jahren lag der Schwerpunkt der Zuchtziele auf der Resistenzzüchtung und der Verbesserung der Verarbeitungsqualität. In den 90er Jahren verlagerte er sich auf die Erhöhung der Nährstoffeffizienz und der Verwendungsmöglichkeiten.

Gerade in der jetzigen Zeit ist der Wandel der Zuchtziele ebenso drastisch wie bei der Einführung des Mähdreschers. Die enorme Nachfrage der Märkte, die völlig veränderten Produktions- und Anbautechniken mit nicht wendender Bodenbearbeitung, mit engen Fruchtfolgen und frühen Aussaaten, die erweiterten Verwendungsmöglichkeiten im Energiesektor, wo es um Heizwerte, Schlackenerweichungspunkte, um Ethanol- oder Methanausbeute geht, sowie die Änderung des Klimas, erfordern eine erneute Ausrichtung der Zuchtziele. Die Druscheignung wird unter diesem Aspekt auch weiterhin zweitrangig bleiben.

Das Hauptaugenmerk liegt heute auf Ertrag, Qualität und Resistenz, als Voraussetzung für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die lohnende Vermarktung der Sorten, sowie die Kosteneinsparung im Fungizideinsatz (SCHACHTSCHNEIDER 2006). Sie begründen auch ganz augenfällig die monetären Vorteile, weil Ertrag und Qualität mit Euro je Dezitonne sofort messbar bezahlt wird. Die Druscheignung führt zwar zur höheren Erntesicherheit mit geringeren Verlusten und Kosten. Diese monetären Vorteile werden jedoch erst bei genauerer Analyse offensichtlich. Auch aus diesem Grund bleibt die Druscheignung auf den hinteren Rängen, weil ihr Nutzen völlig unterschätzt wird. Hinzu kommt, dass manche Kriterien der Druscheignung oftmals schwer mit der Ertragsstabilität zu kombinieren sind:

- Eine leichte Kornlösung steigert die Mähdrescherleistung, andererseits darf das Korn nicht schon auf dem Halm ausfallen.
- Bruchfestes Korn ist züchterisch machbar, aber es reduziert bei Qualitätssorten die Ausmahlung und Teigausbeute.
- Eine zeitgleiche Abreife von Korn und Stroh fördert die Druscheignung, erwünscht sind jedoch blattgesunde Sorten, die lange assimilieren.
- Die Verringerung der Auswuchsgefahr gibt mehr Sicherheit bei einer Verzögerung des Erntetermins, kollidiert jedoch mit dem Wunsch nach einer geringen Keimruhe (BÖSE 2005).

Deshalb sind Zuchtziele immer ein Kompromiss, weil keine Sorte in allen Merkmalen die beste Ausprägstufe erreicht (SCHACHTSCHNEIDER 2007).

Gefragt und auch angeboten werden heute Sorten, die mit wenig Strohaufkommen hohe Erträge realisieren und gesund sind. Im Getreidebau dominieren sie mit einem Vermehrungsanteil von über 50 %.

Menge und Konsistenz des Strohs sind Haupteinflussfaktoren für die gesamte Mähdrescherarbeit. Reduziert man das Strohaufkommen, verbessert sich die Druscheignung auf ganzer Breite.

Während man bei Getreide den Weg der Kurzstrohigkeit beschreitet, auch mit Blick auf die Vorteile für die pfluglose Bodenbearbeitung, ging man beim Raps den eher umgekehrten Weg. Mit zunehmendem Ertrag wurde das Strohaufkommen immer mächtiger. In Verbindung mit modernen Pflanzenschutzmitteln bleibt das Stroh auch bis zur Ernte noch grün, während im oberen Drittel des Schotenpakets der Ausfall beginnt (ALPMANN 2007). Das führt zu großen Problemen bei der Wahl des richtigen Erntetermins und erhöht die Verluste und Druschkosten in erheblichem Maße. Mittlerweile sind züchterische Lösungsansätze gefunden, die mit deutlich weniger Stroh konkurrenzfähige Korn- und Ölerträge liefern (Anhang 20 und 21).

Der neue Wuchstyp der Raps-Halbzwerge ist ca. 30 cm kürzer, sehr standfest und hat eine synchrone Abreife von Schoten und Stroh (KRÄHLING 2008). Die Druscheignung ist dadurch wesentlich verbessert. Erste Untersuchungen dazu werden im Kapitel 5.1 näher erläutert.

Eine geringe Lagerneigung als Kriterium der Druscheignung muss man heute nicht mehr mit hohem züchterischem Aufwand hervorbringen, weil Wachstumsregler diese Problematik gut lösen.

Wohl aber muss die Züchtung dem Landwirt Sorten mit Früh-, Mittel- und Spätdruscheignung anbieten. Dabei kommt es nicht nur darauf an wertvolle Erntefenster gestaffelt zu besetzen, sondern ebenso, dass jede Sorte nach Möglichkeit in ihrem optimalen Erntefenster gedroschen wird. Nämlich genau dann, wenn die Ertragsleistung der Sorte, aber auch deren Druscheignung am besten sind. Beide Kriterien überdecken sich zu einem optimalen Erntefenster (Abb. 2-9).

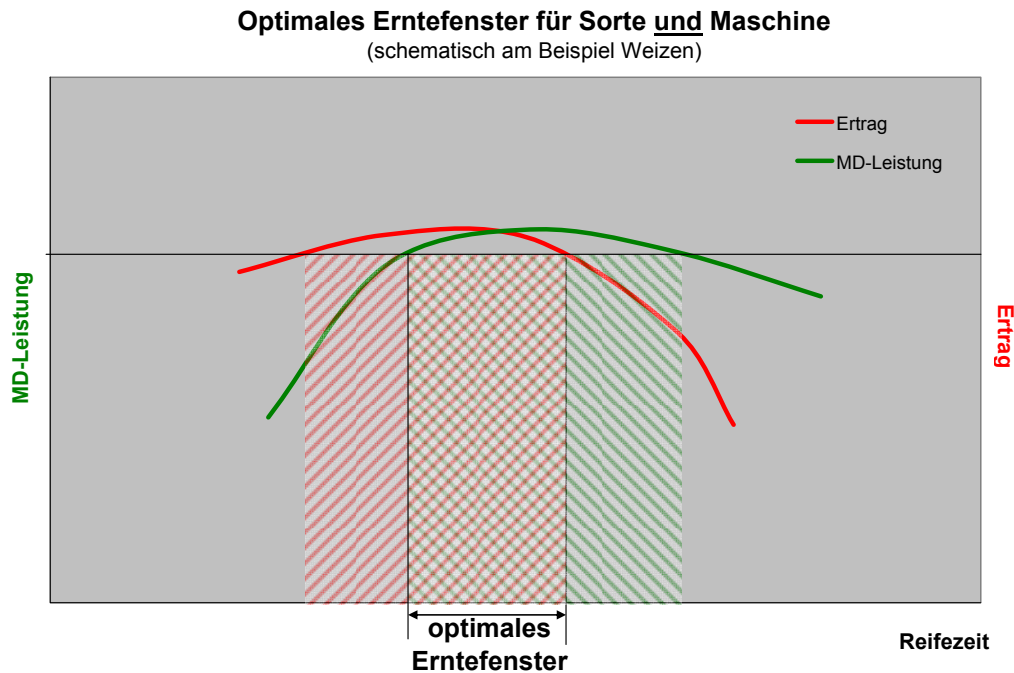


Abb. 2-9: Optimales Erntefenster für Sorte und Maschine

Wir können heute feststellen, dass die Erntefenster, wo eine Sorte mit hoher Ertrags- und Qualitätsleistung und zugleich mit hoher Mähdrescherleistung beerntet werden kann, immer enger werden. Das liegt sowohl an den Sorten als auch am Mähdrescher. Viele Sorten halten eine lange Standzeit nicht aus und reagieren mit schnell sinkenden Fallzahlen, mit erhöhtem Bruchkorn, Strohzusammenbruch, Knickähren, Ausfall u.a. Der Mähdrescher wiederum spielt seine Leistungsstärke nur bei bester Druscheignung der Sorten aus, die ebenfalls nur in einem bestimmten Erntefenster erreicht wird. Die Mähdrescherleistung sinkt spürbar, wenn sich bei Verlassen des optimalen Erntefensters die Druscheignung verschlechtert (Abb. 2-9).

Verlässt man das optimale Erntefenster entsteht der Schaden immer an zweifacher Stelle. Durch Ertrags- und Qualitätseinbußen bei der Sorte und durch höhere Verluste und Kosten bei der Maschine. Beide Anteile werden noch potenziert durch die sinkende Erntesicherheit.

Einige Züchter, z. B. die Saaten-Union, erkennen dieses Problem, welches mit jeder neuen Sorte und mit jedem noch leistungsfähigeren Mähdrescher zunimmt. Sie brachten einen „Erntekalender“ heraus, der ihre Sorten in einer zeitlich gestaffelten Abreife darstellt (HARVEST POOL 2001). Mittlerweile beschreiben sie in ihrem Sortenkatalog, als bisher einziger Züchter, das Merkmal Mähdruscheignung.

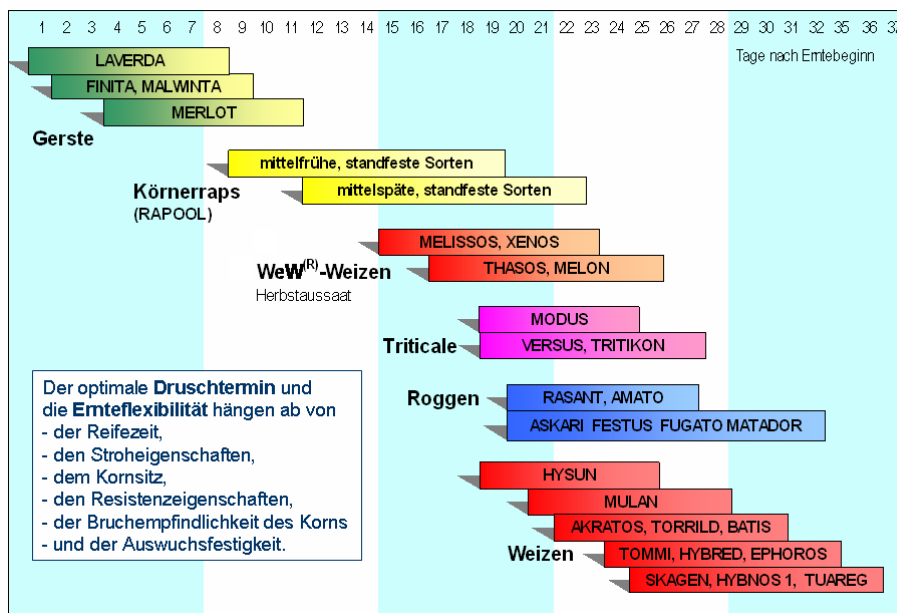


Abb. 2-10: „Erntekalender“ zur Planung der Sorten- und Reifestaffelung (nach Saaten Union 2001)

Erst eine breite Reifestaffelung der Sorten über die Druschkampagne ermöglicht eine Synchronisation des Ernteverlaufs, wo ein Erntefenster sich an das andere reiht (Abb. 2-10). Und erst dann wird die Ertrags- und Leistungsfähigkeit von Sorte und Maschine in Synergie kombiniert, die Züchter und Konstrukteure mit viel Aufwand manifestiert haben.

2.4.3 Beeinflussbarkeit durch Pflanzenernährung

Bestimmte Merkmale der Druscheignung werden einer Sorte durch die Züchtung mitgegeben. Ein Teil dieser Merkmale wird neben der Witterung auch von der Düngung beeinflusst. Die Pflanzenernährung, vornehmlich mit Stickstoff, bestimmt maßgeblich die Bestandesdichte, die Biomasse, die Körner je Ähre, das Korngewicht, den Proteingehalt, die Strohlänge u. a. Direkt oder indirekt werden dadurch die Merkmale der Druscheignung verändert. Das betrifft hauptsächlich die Anlage der Triebe und Ähren sowie die Strohlänge mit der Gefahr des Lagerns zum Erntezeitpunkt. Dabei ist die Anlage der Triebe und Ähren auf Grund der standörtlichen Wachstumsvoraussetzungen auf einem Schlag äußerst heterogen (HERBST 2004c,

RENSCH 1998). Diese Heterogenität setzt sich über die Abreifeprozesse fort und mündet in einer inhomogenen Druscheignung des Bestandes.

Bereits bei den Mähdruschsortenversuchen in den 60er Jahren hat man die enormen Bestandesdichteunterschiede festgestellt (FEIFFER, P. 1962)]. Innerhalb von 15 Metern schwankte die Anzahl der Ähren zwischen 550 und 850 (Abb. 2-11).

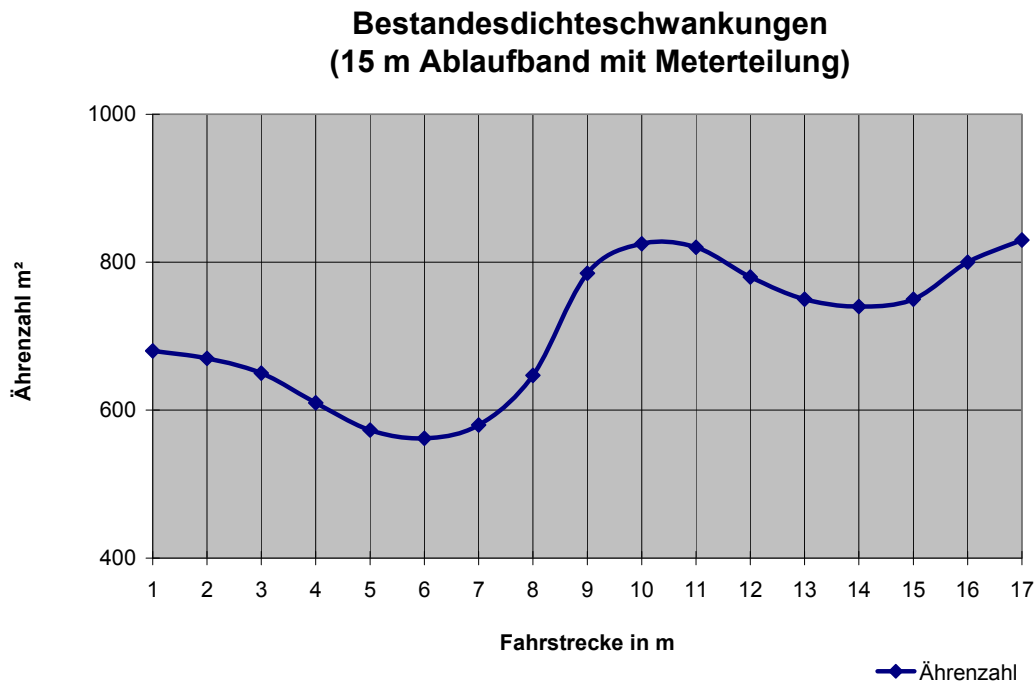


Abb. 2-11: Differenzierung der Ähren tragenden Halme in einem Bestand (nach Feiffer, P.)

Neuere Untersuchungen seit 1990 belegen, dass die Differenzen im Ertragspotential deutlich unterschätzt wurden. Als Beispiel wiesen Schläge auf leichten Standorten in Mitteldeutschland Ertragsdifferenzen zwischen den Teilflächen von 30 bis 110 dt/ha auf und auf schweren Standorten von 40 bis 95 dt/ha (HASERT ET AL. 2003).

Mit den technischen Möglichkeiten der Ertragskartierung im Mähdrescher wurden diese Untersuchungen bestätigt (AUERNHAMMER 1993, 2002, 2005).

Deshalb wurde es zum wesentlichen Ziel von Precision Farming Standort- und Bestandesunterschiede innerhalb von Schlägen aufzuspüren und zu untersuchen, um dann mit jeweils angepassten pflanzenbaulichen Maßnahmen teilflächenspezifisch darauf reagieren zu können (HERBST 2004c).

In der Praxis gibt es verschiedene Ansätze der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung. Im sogenannten Offline-Verfahren werden die Standort- und Bestandesbedingungen analysiert, die Informationen aufbereitet und in eine Applikationskarte überführt. Im einfachsten Falle nutzt der Landwirt seine eigenen Erfahrungen über die Heterogenität der Böden, der historischen Erträge, des Reliefs u.a sowie seine Beobachtungen zur Bestandesentwicklung, um während der Überfahrt die Stickstoffmenge nach Augenmaß zu differenzieren. Ebenso ist eine differenzierte Ausbringung über GPS möglich, wenn die Basisinformationen in eine geokodierte Applikationskarte übersetzt werden. Unter Hinzuziehung von „externen“ Informationen, wie Luftbilder, digitale Hof-Bodenkarten, N_{\min} -Messung u.a., kann der Landwirt sein Erfahrungswissen ergänzen und so höher auflösende Daten zur Heterogenität der Schläge erhalten (HERBST 2004b).

Im Offline-Verfahren besteht jedoch eine zeitliche Trennung zwischen der Datenerhebung und der nachfolgenden Applikationsmaßnahme. Das ist bei der Stickstoffdüngung insofern ein Nachteil, weil sich der Versorgungsgrad eines Bestandes sehr schnell verändert.

Im Online-Verfahren wird dagegen in Echtzeit gemessen, berechnet und gesteuert. Sensoren messen bestimmte Parameter deren Daten in einem Bordcomputer verarbeitet werden. Nach bestimmten Routinen werden Sollwerte für die Stickstoffmenge errechnet und an die Arbeitsgeräte zur sofortigen Umsetzung weitergeleitet. (D)GPS ist hierbei nicht zwingend notwendig, jedoch für eine spätere Heranziehung der Daten sowie für die Erfüllung Dokumentationspflicht von Vorteil.

Echtzeitsensoren messen nur wenige Parameter, um die aktuelle Pflanzenernährung mit Stickstoff zu bewerten. Hier kann es zu Fehlinterpretationen kommen, wenn z. B. ein geringer Chlorophyllgehalt Stickstoffmangel anzeigt, der tatsächlich von Schwefel- oder Wassermangel hervorgerufen wurde (HERBST 2004b).

Um Einfluss nehmende Standort- und andere Effekte besser zu berücksichtigen mit dem Ziel die Effizienz der Stickstoffausbringung zu erhöhen, kann man die Karten aus dem Online- und Offline-Verfahren durch Map Overlay verschneiden (HERBST 2004b).

Zukünftig werden Neuronale Netze die optimale Stickstoffdüngermenge ermitteln (WAGNER ET AL. 2006). Aus einer Vielzahl historischer und aktueller Daten, die den Teilflächen zugeordnet sind, lernt das Neuronale Netz auf Fuzzy Logic Basis unter welchen Bedingungen z.B. der höchste Ertrag realisiert werden kann. Aus den Simulationsabläufen lassen sich Entscheidungsregeln ableiten, wonach die

Düngermenge verabreicht wird, bei welcher der Ernteertrag die höchste stickstoffkostenfreie Leistung erzielt.

Auch wenn alte Faustregeln besagen, dass jedes eingesetzte Kilo Stickstoff etwa 20 Kilo Mehretrag bei Getreide bringt, so ist ein Planertrag nicht realisierbar. Es gibt keine deterministischen Beziehungen zwischen dem optimalen Ertrag und der dazugehörigen N-Düngungsmenge (LEITHOLD 2008). Das heißt, ein Ertrag von 110 dt/ha kann in einem Jahr bereits mit 120 kg Stickstoff und in anderen Jahren erst mit 180, 250 oder 320 kg Stickstoff erzielt werden (Abb. 2-12).

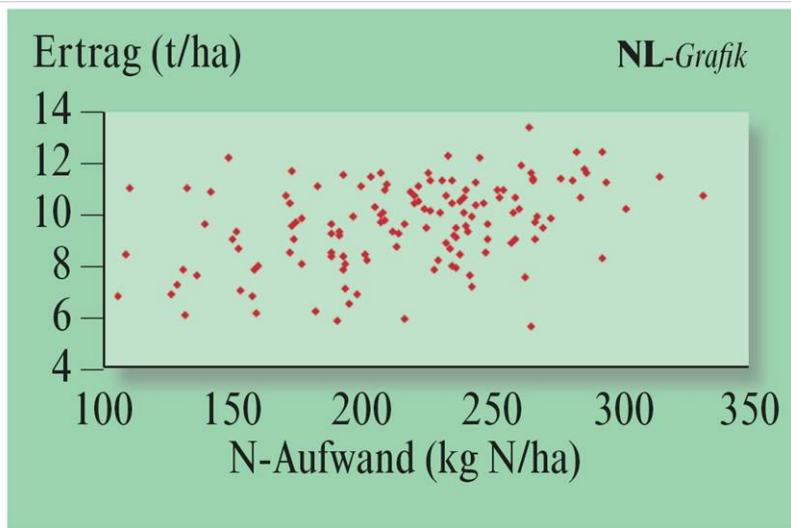


Abb. 2-12: 139 N-Steigerungsversuche in WW 1997 – 2006, Zusammenhang zwischen ermitteltem optimalen Ertrag und dazugehöriger N-Menge (nach Hanninghof, 2006)

Entscheidend ist, wie viel Stickstoff aus dem Boden, der etwa 3.000 bis 12.000 kg N/ha in organisch gebundener Form aufweist, für die Pflanze verfügbar wird (SCHEFFLER ET AL. 1998).

Die Witterungs- und Wachstumsprozesse, die auf den Stickstofftransfer vom Boden zur Pflanze wesentlichen Einfluss haben, sind jedoch unkalkulierbar. Die Kenntnis des jeweiligen Düngerbedarfs, der sich aus der Differenz der N-Aufnahme und der Nachlieferung aus dem Boden ergibt, erlangt man erst im Verlaufe der Vegetation.

Um die bestmögliche Pflanzenversorgung während des Wachstums zu gewährleisten und letztlich das N-Gesamtoptimum präzise zu erreichen, bedarf es einer ständigen Anpassung der N-Düngung über geteilte Gaben. Ein Über- oder Unterdüngen verursacht in jedem Falle einen erheblichen ökonomischen und ökologischen Schaden.

Der aktuelle Düngebedarf und die richtige Düngemenge lassen sich mit hoher Genauigkeit durch N-Tester, Nitrathandzange bzw. Nitracheckverfahren feststellen, wobei der Chlorophyllgehalt im Blatt bzw. der Nitratgehalt im Pflanzensaft ermittelt wird.

Mit Hilfe eines Monitorings werden an ausgewählten Referenzstellen der N-Status der Pflanzen verfolgt und die geeigneten Zeitpunkte der Ausbringung bestimmt (Abb. 2-13), (LEITHOLD 2008).

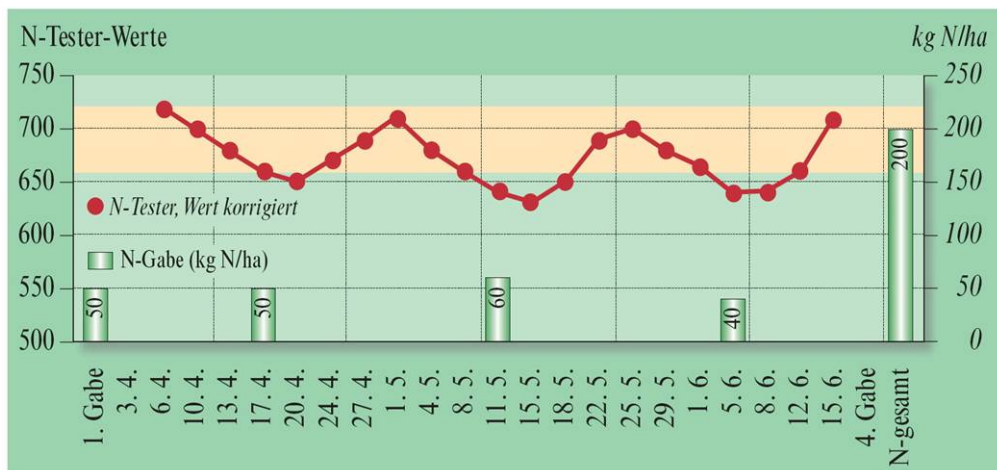


Abb. 2-13: N-Monitoring (nach Leithold 2008)

Durch die kleinräumige Heterogenität innerhalb eines Schlags ist auch der pflanzenverfügbare Stickstoff im Boden sehr verschieden.

Zum bedarfsgerechten Applikationszeitpunkt muss deshalb die als optimal ermittelte Düngermenge variabel an den Versorgungsgrad der Pflanzen angepasst werden. Das gelingt am besten mit Echtzeitsensoren, wobei es unterschiedliche Systeme am Markt gibt (ISENSE ET AL. 2005).

Tab. 2-2: Echtzeitsensoren und ihre Funktionsweise (nach HERBST 2004a)

Echtzeitsensoren	Funktionsweise
Greenseeker	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aktive Lichtquelle sendet rotes und nahes Infrarot auf den Pflanzenbestand aus ▪ das reflektierende Licht wird über Photodioden gemessen und ein Normalised Difference Vegetative Index abgeleitet ▪ NDVI ist Messgröße für die Vegetationsdichte und Vitalität
MiniVeg N	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ein roter Laserspot regt kontinuierlich die Fluoreszenz im Bestand an ▪ ein Detektor misst die Fluoreszenz und errechnet daraus die Chlorophyllkonzentration ▪ die Chlorophyllkonzentration ist die Messgröße für die Stickstoffkonzentration im Blatt
N-Sensor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ die Sonne bzw. eine eigene Lichtquelle sendet Licht auf den Pflanzenbestand aus ▪ FOTOSENSOREN messen das reflektierte Lichtspektrum und errechnen den Chlorophyllgehalt ▪ der Chlorophyllgehalt ist Messgröße für N-Aufnahme und die Biomasse
CropSensor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mechanisch arbeitender Sensor in Form eines Pendels ▪ ein Potentiometer misst den Biege widerstand der Pflanzen innerhalb der Fahrgasse über die Auslenkung des Pendels ▪ der Biege widerstand ist Messgröße für die Biomasse

Alle marktfähigen Sensorsysteme bewerten den Biomasseaufwuchs und messen bestimmte Parameter, die mit der Stickstoffernährung sehr eng korrelieren (Tab. 2-2). Über hinterlegte Regelfunktionen wird der Stickstoff kleinräumig differenziert ausgebracht. So wird es möglich, einen großen Schlag verfahrenstechnisch einheitlich zu bewirtschaften und zugleich die Düngermenge teilflächenspezifisch auszubringen. Das zieht automatisch eine Verbesserung der Druscheignung nach sich was in mehrjährigen Feldversuchen nachgewiesen wurde (siehe Kapitel 5.3 Pflanzenbaulicher Ansatz – Differenzierte Stickstoffdüngung).

Noch bevor eine differenzierte Bewirtschaftung technisch möglich war, versuchte man die Heterogenität der Böden mit anderen Mitteln zu begegnen. So wurde z. B. in den 60er Jahren in Müncheberg eine „Bodencombine“ gebaut, die ähnlich einem Betonmischer den Boden heftig durchmischte (KRUPP 2008). Natürlich brachte das eine vergleichmäßigte Bodenstruktur mit homogenem Aufwuchs. Der energetische Aufwand war jedoch gewaltig und brachte das Projekt schnell zum Erliegen.

Auch seitens der Mähdrescherherstellung wurde versucht die Inhomogenität der Biomasse auszugleichen.

BRAUNE entwickelte Anfang der 70er Jahre einen Pendelsensor, der als Schubstange vor dem Schneidwerk angebracht war und den Widerstand der Biomasse erfassen sollte. Mit einer Steuerung der Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers wollte man die Bestandesdichtedifferenzen ausgleichen. Die Umsteuerung erfolgt jedoch so schnell, dass die damaligen Schaltgetriebe sehr viel Schaden nahmen und diese Lösung verworfen wurde. Das System Schubstange wird heute als Cropmeter für die differenzierte N-Düngung eingesetzt. Auch mit Hilfe von Infrarot bzw. Ultraschall versuchte MILDE eine Vorfeldabtastung zu realisieren, um sie zur Mähdreschersteuerung zu nutzen. Auch dies war damals technisch nicht realisierbar.

Der Mähdrescherhersteller Claas hat zur Erzielung eines gleichmäßigen Gutflusses in der Maschine eine Beschleunigertrommel vor die eigentliche Dreschtrommel platziert.

Massey Ferguson reagierte als erster Hersteller auf die Bestandesunterschiede indem die Dreschwerksbelastung gemessen wurde. Bei wechselnder Beaufschlagung des Dreschwerks durch Bestandesdichtedifferenzen sollte eine automatische Fahrgeschwindigkeitsregelung für einen Ausgleich sorgen.

Diese Automatik wurde von John Deere mit dem Harvest Smart verbessert (HERLITZIUS 2005). Dadurch, dass die Belastung am Dreschwerk und am Motor gemessen wird, kommt sie jedoch für die kleinräumige Heterogenität zu spät, denn der gemessene Wert und die angepasste Steuerung bezieht sich auf den Bestand, der bereits 15 Meter hinter dem Schneidwerk liegt. Reagiert der Mähdrescher mit entsprechender Fahrgeschwindigkeit, kann vor dem Mähdrescher der Bestand nun gerade so beschaffen sein, dass die Fahrgeschwindigkeit eigentlich gegenteilig geregelt werden müsste.

Das Unternehmen Claas verringert diesen Zeitfehler indem es die Belastung schon über die Auslenkung der Schachtkette misst. New Holland erfasst die Bestandesdichtedifferenzen direkt vor dem Schneidwerk mit einem Messsensor, ähnlich der Schubstange.

Mit diesen technischen Möglichkeiten kann man im Mähdrusch lediglich auf die Unterschiede der Bestandesdichte reagieren, nicht aber auf deren Differenzen in der Reife und der Druscheignung. Hier setzt die teilflächenspezifische Bewirtschaftung an, die die kleinräumigen Unterschiede im Pflanzenbau berücksichtigt (HERBST ET AL. 1998, LUDOWICY ET AL. 2002). Insbesondere die differenzierte Stickstoffdüngung mit ihrem Einfluss auf Bestockung, Ährenzahl, Strohlänge u.a. kann zu einer Homogenisierung der Druscheignung auf einem Gesamtschlag und zur Vermeidung von Lager führen (LEITHOLD ET AL. 2004). Mehrjährige Feldversuche sollen diese Zusammenhänge bestätigen (Kap. 5.3).

2.4.4 Beeinflussbarkeit durch Pflanzenschutz

Ohne ein integriertes Pflanzenschutzsystem ist eine ökonomische Landwirtschaft nicht mehr denkbar. Ohne Effizienz in der Landwirtschaft sind alle vor- und nachgelagerten Bereiche existenzgefährdet, wovon letztlich die gesamte Volkswirtschaft betroffen ist (FEIFFER, P. 1996). Nur eine wettbewerbsfähige Landwirtschaft kann sich Ökologie, Nachhaltigkeit und Erhalt der Kulturlandschaft leisten. Zum integrierten Pflanzenschutzsystem gehört auch der chemische Pflanzenschutz. Er bringt weltweit betrachtet fast den doppelten Mehrertrag, wobei ein Ertragspotential von über 40 % trotz Pflanzenschutz nicht ausgeschöpft werden kann (Abb. 2-14), (BASF 2002).

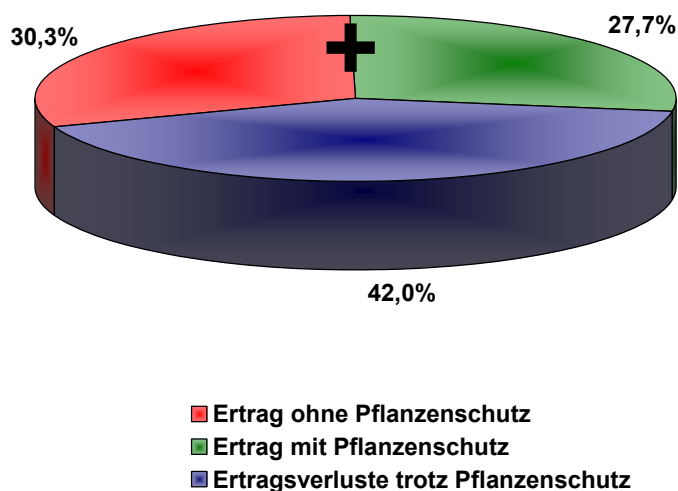


Abb. 2-14: Weltweite Erträge und Ertragsverluste

Ebenso wie die differenzierte Stickstoffdüngung verändern auch Pflanzenschutzmittel die Druscheignung auf direktem Wege.

Die grüne Blatt- und Ährenfläche von ca. 200.000 m² je Hektar eines Weizenbestandes wandelt mit Hilfe von Sonnenenergie Kohlendioxid und Wassernährstoffe in Stärke und Eiweiß um. In der 5. und 6. Woche nach dem Ährenschieben werden über 50 % der für den Kornertrag benötigten Assimilate eingelagert. Bei einem Ertragsniveau von 80 – 100 dt/ha bedeutet es, dass in diesen zwei Wochen etwa 34 – 43 dt/ha Trockenmasse gebildet werden. Gleichzeitig vollzieht sich die Eiweißbildung im Korn. Diese Höchstleistung kann die Pflanze nur vollbringen, wenn die Leistungsträger, insbesondere die Blätter, nach dem Ährenschieben 7 – 8 Wochen gesund gehalten werden, bis zur genetisch festgelegten Abreife (BASF 2002).

Intensiv geführte Pflanzenbestände haben eine andere Strohkonsistenz, weil sie bis zum Erntetermin noch vitaler sind. Das verändert die Druscheignung in starkem Maße (FEIFFER 1999a). Strobilurine z. B. haben eine gute Dauerwirkung gegenüber Krankheiten. Zusätzlich bringen sie einen physiologischen Effekt ein, der zu Mehrerträgen führt, die deutlich über die Leistung der Gesunderhaltung hinausgehen. Sie ergaben sich aus einer Synergiekette von erhöhter CO₂-Effizienz, längerer Gesunderhaltung, höherer Stickstoffausnutzung, erhöhter Lichtausbeute und der Vermeidung vorzeitiger Alterungsprozesse.

Dieses Aufschieben der Alterungsprozesse wird erreicht, indem die Wachstumshormone wie Gibberellin, Cytokinine und Auxine länger aktiv sind (SCHÖNBERGER ET AL. 2007). Die Pflanze lagert länger ein und geht erst später von ihrer vegetativen Phase in die generative Phase über.

Während das Korn zum genetisch festgelegten Punkt die Abreife erreicht, ist das Stroh noch aktiv, teilweise grün und zähe. Die Pflanze hat mit Ertrag, Qualität und Kornfeuchte ihr optimales Erntefenster erreicht. Das optimale Erntefenster für die Druscheignung ist dagegen auf Grund der Strohkonsistenz weiter nach hinten verschoben (Kap. 5.2). Es findet keine synchrone Abreife von Korn und Stroh statt. Der Drusch des feuchten, zähen Strohs führt zu einer deutlich schlechteren Abscheideleistung des Mähdreschers, zu erhöhten Verlusten und zu einer schlechten Häckselstrohzerkleinerung und -verteilung. Die Wiederbefeuchtung des Korns vom Halm bis in den Bunker nimmt zu.

Die Kosten der erschwerten Druscheignung waren in den Anfangsjahren des Strobilurineinsatzes höher als der Mehrertrag einbrachte. Hinzu kommt, dass die

Mähdrescherhersteller mit einer deutlichen Erhöhung der Motorleistung und mit Verstärkung aller Antriebe reagieren mussten. Deshalb erfolgt der Mitteleinsatz jetzt nicht mehr im späten Zeitraum der Blüte.

Zu einer der größten Einschränkungen der Druscheignung führen lagernde Bestände. Sie verursachen die höchsten Erntekosten durch eine Kette von Nachteilen (Abb. 2-15).

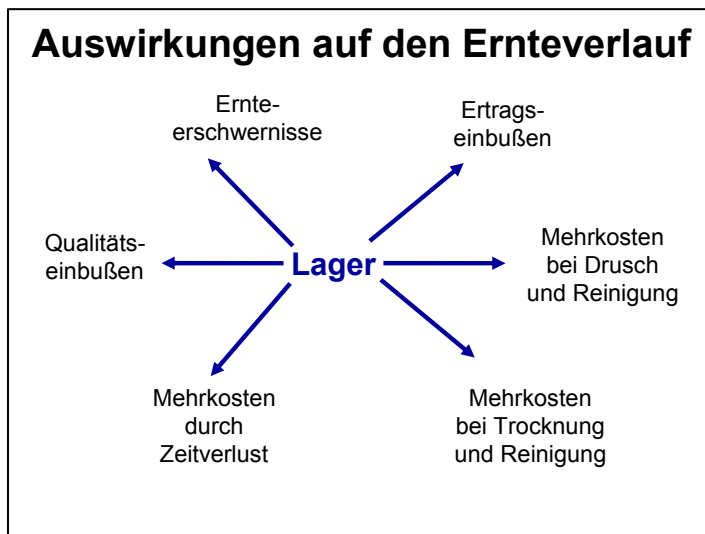


Abb. 2-15: Einbußen beim Drusch von Lagergetreide

Die Ernte von totalem Lager kann durch Ertrags- und Qualitätsverluste und durch hohe Druschkosten letztlich teurer werden als der Erlös einbringt.

Lagergetreide kann vom Schneidwerk, auch mit Ährenhebern, nur schlecht angehoben und unterfahren werden. Schnittährenverluste sind die Folge. Das Stroh wird im liegenden Zustand nicht durchlüftet und von der Sonne durchstrahlt. Es trocknet nur zögerlich. Auswuchs und Unkrautdurchwuchs kommen oft hinzu. Der Gutfluss der feuchten Erntemasse ist ungleichmäßig. Das erschwert die Abscheidung und erhöht den Kraftbedarf, die Verluste und die Kornfeuchte.

Wachstumsregler sind unumgänglich, weil sie diese Probleme bei richtiger Anwendung sicher verhindern können. Wachstumsregler werden von der Pflanze über die Blätter und den Halm aufgenommen und greifen je nach Mittel unterschiedlich in den Hormonhaushalt ein.

Bei Moddus z. B. wird die Gibberellinsynthese gehemmt und damit das Streckungswachstum. Der Abstand der Internodien ist kürzer. Anstelle von langgestreckten, gedehnten Zellen mit dünner Zellwand entstehen kürzere Zellen mit dicker ausgebildeten Zellwänden. Der Halmquerschnitt nimmt zu und verbessert den Lagerschutz (GLESER 2004).

Eine Anwendung in der Bestockungsphase bremst den Haupttrieb und regt die Entwicklung der Nebentriebe an. Das führt zu einer stabileren Statik des Pflanzenbestandes und über die Architektur zu einer gleichmäßigen Abreife. Beides fördert die Druscheignung in hohem Maße.

Eine sehr umstrittene Maßnahme des Pflanzenschutzes ist die Vorerntesikkation. Dabei wird das Totalherbizid N-Phosphonomethyl-Glycin, umgangssprachlich Glyphosat, etwa 7 – 14 Tage vor dem eigentlichen Erntetermin in den Pflanzenbestand ausgebracht. Das als wasserlösliches Salz formulierte Mittel wird von den noch aktiven Pflanzenteilen aufgenommen und systemisch in der gesamten Pflanze verteilt.

Glyphosat blockiert die Bildung eines Enzyms, welches für die Produktion von lebenswichtigen Aminosäuren verantwortlich ist und unterbricht dadurch einen speziellen Stoffwechselprozess. Die Pflanze beginnt zu welken und die Wurzeln werden zersetzt (BENNINGER 2000).

Ursprünglich wurde es zur Unkrautbekämpfung vor der Aussaat bzw. nach der Ernte eingesetzt. Das Anwendungsspektrum hat sich mit einer verkürzten Wartezeit von nur noch 7 – 10 Tagen auch auf die Vorerntezeit erweitert, wenn die Schläge einen hohen Unkrautbesatz, Durchwuchs oder Zwiewuchs aufwiesen. Diese Grünanteile verschlechtern die Druscheignung außerordentlich. Die Mähdrescherleistung sinkt je nach Problemintensität bis zu 60 % und das Korn wird von der Grünmasse beim Druschvorgang bis zu 4 %-Punkte befeuchtet (FEIFFER 1999b).

Die Vorerntesikkation bringt die störenden Grünanteile zum Absterben und erleichtert den Drusch bzw. ermöglicht ihn erst, beispielsweise bei starkem Durchwuchs von Weizen und Wintergerste. Überständigkeit mit höheren Vorernteverlusten, steigender Mykotoxinbildung oder sinkenden Fallzahlen durch zu lange Wartezeiten werden mit der „Trocknung auf dem Halm“ eingeschränkt. Der Fremdbesatz ist wesentlich geringer, denn die Samen der abgestorbenen Ungräser/Unkräuter werden besser im Mähdrescher vom Erntegut getrennt. Darüber hinaus erfolgt die Queckenbekämpfung bereits zum Zeitpunkt der Vorerntesikkation und verschafft den pfluglos

wirtschaftenden Betrieben eine höhere ackerbauliche Flexibilität, weil nicht auf den Wiederaustrieb der Quecke auf der Stoppel gewartet werden muss.

Die Vorerntesikkation in Problembeständen ist unumstritten, weil die Vorteile gegenüber den Nachteilen und Kosten deutlich überwiegen. Kontrovers diskutiert und umstritten ist jedoch die Vorerntesikkation als Abreife- und Erntebeschleuniger im Getreide und Raps. Mit dieser Maßnahme erkaufte man sich eine gezielte Steuerung der Abreife, wenn das optimale Erntefenster von Ertrag und Qualität mit dem optimalen Erntefenster für die Druscheignung zu weit auseinanderfällt. Bei den heutigen Intensitäten der Bestandesführung wird dies ganz offensichtlich in der Kultur Raps (ALPMANN 2007). Ein erster Feldversuch sollte die Vor- und Nachteile dieser Maßnahme aufzeigen (Kap. 5.2).

Auch als „Mähdrescherbeschleuniger“ gewinnt die Maßnahme im Getreide eventuell mehr Beachtung. Bei der Vorerntesikkation stirbt die Pflanze komplett ab und gewinnt durch die mürbe Strohkonsistenz höchste Druscheignung, weil auch die unteren Strohabschnitte nicht mehr zähe und feucht sind. Das erhöht spürbar die Mähdrescherleistung, steigert die Erntesicherheit, senkt die Druschverluste, den Kraftstoffverbrauch und verbessert die Strohhackselqualität (STEMANN 2006).

Die Durchfahrtschäden bei der Applikation sind im Vergleich zur Kultur Raps zu vernachlässigen, so dass lediglich die Kosten der Ausbringung anfallen. Ertragsverluste treten bei Applikation 7 bis 10 Tage vor dem Erntetermin nicht auf, weil das Ertragspotential zu diesem Zeitpunkt fixiert ist. Die Gefahr von Ertragsverlusten besteht nur bei Wintergerste, wenn nach Verstreichen der Wartezeit von 7 bis 10 Tagen der Drusch beginnen sollte, jedoch eine Regenperiode einsetzt. Hier können die Verluste durch Knickähren sehr schnell ansteigen.

Die Überlegung ist durchaus statthaft, ob man mit hohem technischem Aufwand einen Mähdrescher konstruiert, der 20 % Mehrleistung erbringt oder ob man diese Mehrleistung auch über eine Vorerntesikkation erbringen kann. Diese Maßnahme verhilft dem Mähdrescher, wie keine andere, sein installiertes Leistungspotential auszuschöpfen, weil sie die Druscheignung komplett positiv beeinflusst. Im Kapitel 2.2 wird dargelegt, dass die Arbeitsorgane des Mähdreschers schon bei geringfügiger Verschlechterung der Druscheignung sehr auffällig mit starkem Leistungsabfall reagieren.

Natürlich muss auch der ökologische Aspekt diskutiert werden, ob es vertretbar ist, ein Mittel auszubringen, dass lediglich als Reife- und Mähdrescherbeschleuniger dient und nicht die Ziele der Gesunderhaltung bzw. Ertragssteigerung im Blick hat. Indirekt führt diese Maßnahme jedoch auch zu Ertrags- und Qualitätssteigerung. Je mehr ein Mähdrescher in den besten Druschzeiten sicher, trocken und qualitätsgerecht einerntet, je geringer sind die Gesamternteverluste. Auch das ist letztlich Ertrags- und Qualitätssteigerung.

Hier muss nach wirtschaftlichen Aspekten, aber auch nach den Risiken von Resistenzen, sowie nach den ökologischen Kriterien entschieden werden.

Hinsichtlich der schädlichen Auswirkung auf Mensch, Grundwasser und Tier ist in den über 30 Jahren der Anwendung noch nichts als gesichert bekannt geworden. Zahlreiche Studien wurden dazu durchgeführt (GIESY ET AL. 2000).

Seit einigen Jahren wird jedoch weltweit ein kontinuierlicher Rückgang von Fröschen und anderen Amphibien beobachtet. Neben Klimaerwärmung, Seuchen durch Viren oder Pilze besteht auch die Vermutung, dass das weltweit am häufigsten eingesetzte Herbizid bzw. dessen Zusatzstoff Tallowamin dafür verantwortlich sein könnte (RELYEA 2005). Hier besteht noch Forschungsbedarf.

2.4.5 Beeinflussbarkeit durch Erntemanagement

BUSSE hat 1991 versucht die Spezifikation des Mähdreschers bis zum Jahr 2000 vorauszuberechnen (BUSSE 1981, 1991).

FEIFFER, P. hat den Zeitraum bis in das Jahr 2030 verlängert (FEIFFER, P. 2001, 2005). Beide Prognosen sind im Wesentlichen bis heute zutreffend auch was das Leistungspotential anbelangt.

Seit Einzug des selbstfahrenden Mähdreschers steigt das installierte Leistungsvermögen exponentiell an. Unterstützt durch stabile Märkte, Nachfrage und Preise sowie durch den Strukturwandel mit größeren Flächen wird die Mähdrescherleistung prognostisch bis zum Jahre 2030 auf ca. 100 t Korndurchsatz je Stunde ansteigen (KUTZBACH 2005, EBMEYER 2004). Auch wenn diese Entwicklung durch heutige Grenzen der Straßenverkehrsordnung, durch Radlasten von über 10 t, durch ungenügende Strohhäckselarbeit u.v.a.m. unmöglich erscheint, wird es den Ingenieuren der Landtechnik gelingen diese Prognose mit hoher Treffsicherheit zu verwirklichen.

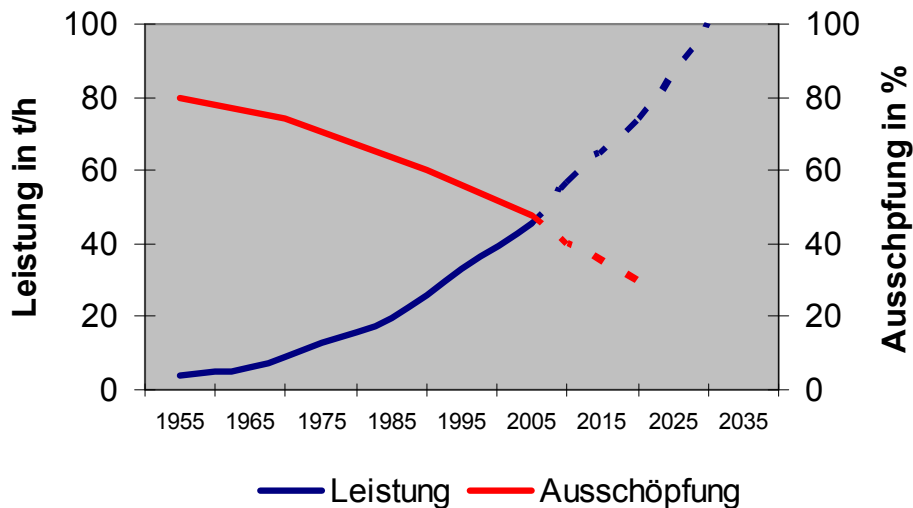


Abb. 2-16: Entwicklung der Mähdrescherleistung und deren Ausschöpfung (nach Feiffer)

Mit jeder höheren Leistungsklasse wird es jedoch immer schwieriger das installierte Leistungspotential auch tatsächlich auszuschöpfen (Abb. 2-16). Die Schere zwischen der installierten und tatsächlich umgesetzten Leistung geht stetig auseinander und dies trotz Fahrerentlastung mit automatischer Lenk- und Fahrgeschwindigkeitsführung bis hin zur autonomen Navigation (STOLL 2003, EICKEL 2003, FEIFFER 2007a, RADEMACHER 2005a, WINTER 2001). Momentan liegt die Feldeffizienz nur noch bei etwa 50 % (SEMMLER 2004, NACKE 2005). Die Anforderungen an das Erntemanagement werden mit jeder höheren Leistungsklasse größer und gewichtiger. Jegliche Maßnahme im Erntemanagement, sei es die Reifestaffelung, die Mähdrescherkapazitätsplanung, die Transport- und Annahmelogistik, die Verluststrategie, das Erntetraining, der Hochschnitt o.a. – die zu einer Erhöhung der Feldeffizienz führt, dient zugleich der Verbesserung der Druscheignung. Das Ziel einer höheren Feldeffizienz ist zum einen die Senkung der Maschinenkosten, aber in noch größerem Maße die Senkung der Ertrags- und Gesamternteverluste über eine verbesserte Druscheignung. Feldeffizienz und Druscheignung bedingen und befördern sich unmittelbar. Eine höhere Feldeffizienz verbessert die Druscheignung durch Einhaltung der optimalen Erntefenster. Umgekehrt erhöht die verbesserte Druscheignung die Mähdrescherleistung spürbar. Die Druscheignung ist demnach die entscheidende Führungsgröße im Erntemanagement.

3 Beispiele:

Mähdrescherkapazität

Eine Maßnahme aus dem Handlungsspektrum des Erntemanagement ist die richtige Bemessung der Mähdrescherkapazität in den Unternehmen. Sie beeinflusst ganz immens mit welcher Druscheignung die Bestände geerntet werden. Wird die Kapazität zu knapp bemessen, muss das Erntefenster über den Tag auch in die feuchteren Früh- und Abendstunden ausgedehnt werden. In diesen Zeitphasen ist die Druscheignung ungünstig, die Mähdrescherleistung sinkt und die Verluste und Kosten steigen. Druscheignung und Feldeffizienz sind negativ beeinflusst.

Durch zu geringe Mähdrescherkapazität werden einige Flächenanteile überständig und fallen aus dem optimalen Erntefenster. Der fortschreitende Zermürbungsprozess verändert die Druscheignung. Sinkende Fallzahlen, Ausfall, Strohzusammenbruch, Vorernteverluste u.a. kommen hinzu (siehe Kapitel 2.4.1).

In den ostdeutschen Großbetrieben wird die Mähdrescherkapazität oft zu knapp bemessen. Der Blick richtet sich verstärkt auf die Maschinenkosten, die mit zunehmendem Hektarumfang sinken. Sie sind einfach aus deren betriebswirtschaftlichen Zahlen darstellbar.

Die Einbußen durch die verschlechterte Druscheignung werden hingegen weit unterschätzt, weil sie schwer nachvollziehbar sind. Sie entstehen zeitversetzt durch Vorernteverluste, Druschverluste und durch Qualität- und Aufbereitungsabschläge. Und sie finden sich nur teilweise im betriebswirtschaftlichen Buchwerk wieder.

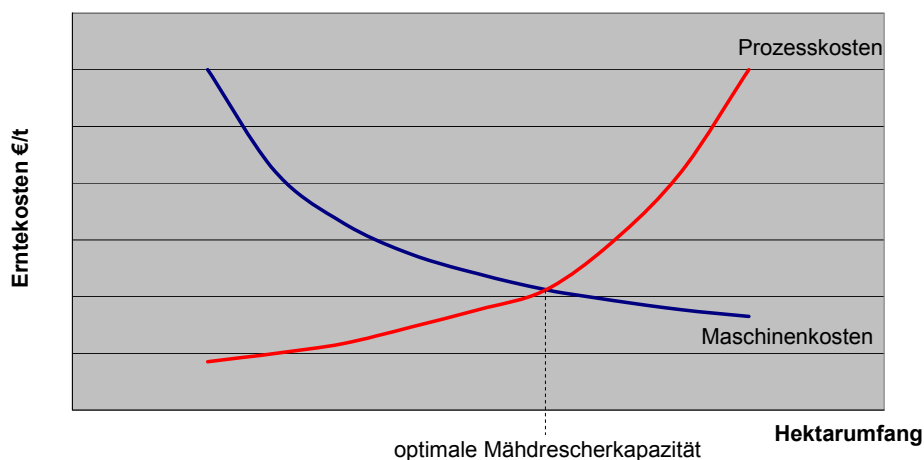


Abb. 2-17: Die Mähdrescherkapazität an den Gesamterntekosten ausrichten (nach Feiffer)

Im Mähdrescher findet der Schnittpunkt von der Fläche zur Masseneinheit statt. Letztlich ist nicht der Erntepreis je Hektar entscheidend, sondern die Gesamterntekosten je Tonne, die von der Druscheignung stark bestimmt werden (Abb. 2-17).

Verlustmanagement

Im Mähdrusch gibt es 16 Verlust- und Schadensquellen (siehe Kapitel 1). Während die Vor- und Nachernteverluste mit Blick auf Witterung und Aufwuchs entschuldigt werden, legt man bei den Schüttler/Rotor- und Reinigungsverlusten strengere Maßstäbe an. Hinter den Mähdreschern sollen im Schwad möglichst keine Körner liegen. Aber gerade die Schüttler-/Rotor- und Reinigungsverluste steuern das Erntetempo im Drusch und beeinflussen mit der Geschwindigkeit des Erntefortgangs alle anderen 14 Verlust- und Schadensquellen und die Druscheignung insgesamt.

Ein Höchstleistungsmähdrescher kostet heute 200 – 400 T€. Die Konstrukteure haben in diese Mähdrescher eine bestimmte Leistung installiert, die bei einem Verlustwert von ca. 1,5 % festgemacht ist (Abb. 2-18).

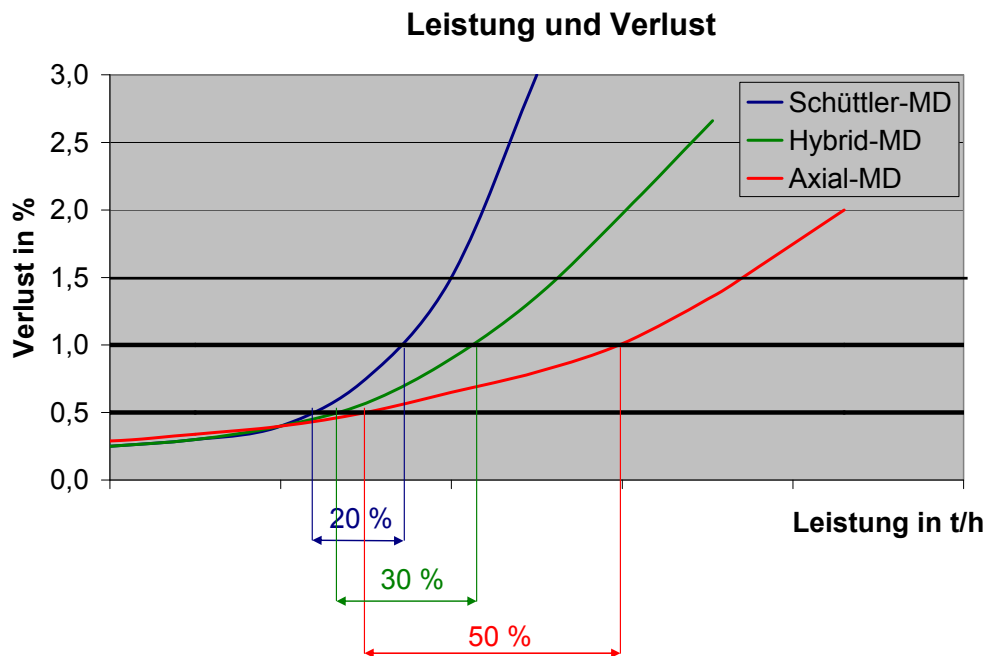


Abb. 2-18: Die Verlustvorgabe am ökonomischen Optimum festmachen (nach Feiffer)

In der Praxis wird diese Verlustvorgabe jedoch nicht angestrebt, obwohl sie eine hohe Leistungsausschöpfung entsprechend dem Anschaffungspreis bietet. Das Auge kann die Verlustkörner im Schwad nicht ertragen und die Verluste werden subjektiv maßlos

überschätzt. Verursacht ein Mähdrescher mit 7,60 m Schneidwerksbreite und einem Weizenertrag von 80 dt/ha etwa 1,5 % Druschverlust, so liegen auf 1 m² bei Schwadablage bereits weit über 1.500 Körner. Das ist um ein Vielfaches höher als die Aussaatstärke und irritiert den Landwirt, obwohl die Verluste konzentriert sind durch die Schneidwerksbreite und Schwadablage.

In der Praxis werden eher Verluste von 0,5 – 1 % toleriert und so der Mähdrescher in seinem Leistungsvermögen ausgebremst. Die Abb. 2-18 zeigt, dass ein Axialmähdrescher bei Absenkung des Druschverlustes von 1 % auf 0,5 % bis zu 50 % seiner Leistung einbüßen kann (RADEMACHER 2004b).

Das verringerte Leistungsvermögen verzögert die Ernte, verschlechtert die Druscheignung und erhöht alle restlichen 14 Verlust- und Schadensquellen um ein Vielfaches. Ein betriebsspezifisches Verlustmanagement durch „Erntebeschleunigung“ kann die Druscheignung und zugleich die gesamte Ökonomie und Feldeffizienz verbessern.

Hochschnitt

Im Kapitel 2.2 wurde bei den Wechselwirkungen zwischen Druscheignung und Maschine dargestellt, dass das Stroh ein bestimmender Faktor ist. Schon eine kleine Verschlechterung in der Konsistenz führt zur empfindlichen Beeinträchtigung der Mähdrescherleistung. Deshalb versucht man soviel wie möglich an Strohmasse vom Mähdrescher fernzuhalten und das Schneidwerk etwas höher anzusetzen.

Bereits Ende der 50er Jahre führte man in Russland den Ährenschnitt mehr aus Zwang als aus ökonomischen Beweggründen durch. Um die riesigen Flächen in den gerade erschlossenen Neulandgebieten mit der knappen Mähdrescherkapazität zu bewältigen, wurde das Getreide unterhalb der Ähre abgeschnitten und man gewann so doppeltes Tempo. Das Stroh wurde anschließend „kontrolliert“ abgebrannt (FEIFFER, P. 2007).

Nunmehr 50 Jahre später interessiert man sich auch in Westeuropa für eine längere Stoppel (STEMANN 2004). Werden die feuchteren Strohanteile aus dem unteren Wuchsabschnitt umgangen, löst man viele Probleme beim Mähdrusch, wirft jedoch eine neue Problematik bei der Bodenbearbeitung auf (VOßHENRICH, RECKLEBEN 2006).

Je nachdem wie lang die Stoppel beim Drusch gewählt wird spricht man vom Ährenschnitt bzw. vom Hochschnitt (RECKLEBEN, KRATZMANN 2006). Beim Ährenschnitt wird das Schneidwerk direkt unterhalb der tiefsten Ähren geführt, um auf

diesem Wege so wenig wie möglich Stroh in die Maschine zu befördern. Dieses Prinzip wurde auch mit dem Grainstripper verfolgt, der sich in Europa nicht durchsetzen konnte. Man benötigte neben dem Stripper auch ein konventionelles Schneidwerk, weil nur aufrecht stehende Getreidesorten zu strippen waren.

Beim Hochschnitt wählt man eine Stoppellänge, die sich nicht an den Ähren ausrichtet, sondern an der Feuchtigkeit im unteren Strohabschnitt. Sie begrenzt sich auf 20 – 35 cm ab Erdboden. Hochschnitt ist dem Ährenschnitt in vielfacher Hinsicht überlegen. Beim Ährenschnitt greift die automatische Schneidwerksführung nicht mehr und der Mähdrescherfahrer muss sie selbst übernehmen. Das verhindert hohe Fahrgeschwindigkeiten. Darüber hinaus lässt der Gegendruck des Bestandes, den das Schneidwerk benötigt, um sauber zu trennen, im dünneren Oberbereich nach. Höhere Fahrgeschwindigkeiten, die von der Abscheideleistung des Mähdreschers bei geringem Strohanteil durchaus möglich wären, sind nicht zu erreichen, weil das Schneidwerk rupft. Letztlich hat man bei der folgenden Bodenbearbeitung mit sehr langen Stoppeln zu kämpfen.

Der Hochschnitt dagegen spielt ca. 80 – 90 % aller Vorteile schon im Abschnitt zwischen 20 und 35 cm aus. Das heißt, man mäht nicht so hoch wie möglich, sondern so hoch wie notwendig, um die größten ökonomischen Effekte zu erzielen. Dabei müssen die Vorteile, die sich aus der verbesserten Druscheignung ergeben, mit den Nachteilen für Bodenbearbeitung und Feldaufgang abgewogen werden (Abb. 2-19).

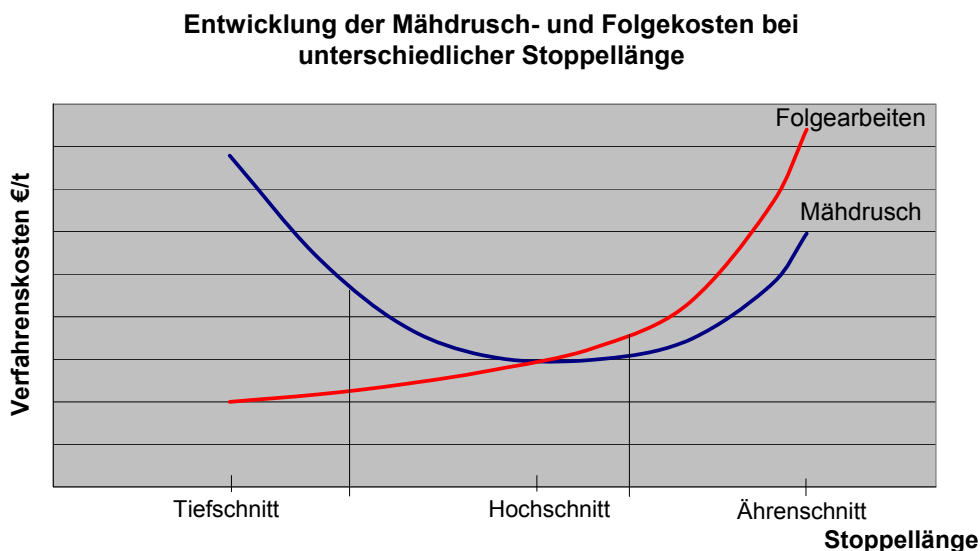


Abb. 2-19: Die Stoppellänge entscheidet über Mähdrusch- und Folgekosten (nach Feiffer)

Jeder Betrieb wird die Stoppellänge nach seinen spezifischen Voraussetzungen und Prioritäten unterschiedlich ausrichten (VOßHENRICH ET AL. 2008). Ein erster verfahrenstechnischer Ansatz wird im Kapitel 5.4 dargestellt.

Über die Züchtung, über den Pflanzenbau sowie den Pflanzenschutz kann man die Druscheignung durch genetische und physiologische Prozesse in der Pflanze direkt verändern und somit eine günstige Plattform für einen effizienten Mähdrusch erschaffen.

Über das Erntemanagement kann man dagegen die Druscheignung nicht auf physiologischem Wege verändern, jedoch mit einem sehr breiten Spektrum an Maßnahmen positiv beeinflussen und ausnutzen.

3. Präzisierte Aufgabenstellung

Die Druscheignung tangiert alle Entscheidungsbereiche der Ernte und ist bewusst oder unbewusst eine Führungsgröße. Anhand unterschiedlicher verfahrenstechnischer Ansätze sollen die Möglichkeiten zur Verbesserung der Druscheignung aufgezeigt werden. Dazu wird jeweils ein Beispiel aus dem Bereich Züchtung, Pflanzenschutz, Bestandesführung sowie Erntetechnologie gewählt und mit eigenen Feldversuchen untersetzt.

Verbesserung der Druscheignung durch:

- Neue Wuchstypen (Raps Halbzwerghybriden)
- Vorerntesikkation (Totalherbizideinsatz 14 Tage vor Erntezeitpunkt)
- Differenzierte N-Ausbringung (Yara N-Sensor)
- Hochschnitttechnologie (verlängerte Stoppel beim Drusch)

Eine monetäre Bewertung von Kosten und Nutzen wird versucht, um auch manch umstrittenes Verfahren besser beurteilen zu können.

4. Material und Methoden

Die Feldversuche beinhalten zwar verschiedene verfahrenstechnische Ansätze haben jedoch ein einheitliches Versuchsdesign.

Um die Veränderung der Druscheignung zu ermitteln, wurden einerseits die Pflanzen sehr umfänglich bonitiert und andererseits die Auswirkungen auf Mähdrescherleistung,

Mähdrescherverlust und Kornqualität gemessen.

Beim Versuchsdesign ging es nicht um klassische Kleinparzellenversuche, sondern um die Integration von Großversuchen in die betrieblichen Prozesse im Sinne von On-Farm-Research (Foto 4-1).



Foto 4-1: Versuchsablauf im On-Farm-Research (Görmin 2003)

Die gewohnten Methoden und Techniken, die auch in normalen Arbeitsabläufen zum Einsatz kommen, wurden angewendet, um die Aussagekraft und Übertragbarkeit der Versuche zu verbessern (BACHINGER ET AL. 2000, PIOTRASCHKE ET AL. 2007).

4.1 Versuchsanlage

Die Versuchsstandorte richteten sich nach den technischen und technologischen Möglichkeiten der Betriebe. Generell kamen nur Standorte in Betracht, die ein weitgehend ebenes Relief aufwiesen, um den Einfluss der Hangneigung auf Mähdrescherleistung und -verlust auszuschließen.

Standortunterschiede sollten die Ergebnisse nicht verfälschen. Deshalb wurden die Versuchsglieder streifenweise im Wechsel über die Gesamtfläche gelegt. Ausgenommen waren die Versuche zum Halbzwergetyp. Hier standen die Halbzwerghybride und die Normalstrohhhybride kompakt auf einer Fläche nebeneinander, weil der Aufwand des streifenweisen Drillens zu hoch gewesen wäre. Insbesondere beim Feldversuch zur differenzierten Stickstoffausbringungen mit Hilfe des Yara N-Sensors wurde darauf geachtet, dass die Versuchsglieder im homogenen

Teil des Schlages eingepasst wurden. Dazu wurde mit einem Bodenscanner die Leitfähigkeit gemessen, um die Versuchsanlage optimal zu positionieren.

Der Bodenscanner misst bis zu einer Tiefe von etwa 1 m die scheinbare elektrische Leitfähigkeit des Bodens, die auf den Tongehalt schließen lässt. Mit dieser Leitfähigkeitskarte kann man Bodenunterschiede relativ gut herausfinden.

Detailliertere Angaben zu den Versuchsanlagen befinden sich in Tab. 4-1 bis 4-4 sowie in den Anlagen (Anhang 1 bis Anhang 4, Anhang 22, Anhang 33 bis Anhang 40, Anhang 56, Anhang 66 bis Anhang 67).

Tab. 4-1: Material und Methoden zum Feldversuch Halbzwerghybriden

Verfahrenstechnischer Ansatz	Versuchsjahr	Versuchsstandort	Varianten	Prüfmerkmal	Wiederholungen der Durchfahrten	Versuchstechnik
Raps-Halbzwerghybriden	2006	Mönchenholzhausen/Thür.	Halbzwerghybride Normalstrohhhybride	Mähdrescherleistung Mähdrescherverlust Dieselverbrauch Ertrag Ölgehalt	5	John Deere CTS 9780 (7,60 m)
		Kirchheilingen/Thür.				John Deere WTS 9660 (7,60 m)
	2007	Kirchheilingen/Thür.			10	New Holland CR 980 (9,15 m)
		Neunheilingen/Thür.				New Holland CR 980 (9,15 m)

Tab. 4-2: Material und Methoden zum Feldversuch Vorerntesikkation

Verfahrenstechnischer Ansatz	Versuchsjahr	Versuchsstandort	Varianten	Prüfmerkmal	Wiederholungen der Durchfahrten	Versuchstechnik
Vorerntesikkation im Raps	2007	Neunheilingen/Thür.	Totalherbizid Unbehandelt	Mähdrescherleistung Mähdrescherverlust Dieselverbrauch Ertrag Ölgehalt Applikationsverluste	8	New Holland CR 980 (9,15 m)

Tab. 4-3: Material und Methoden zum Feldversuch differenzierte Stickstoffdüngung

Verfahrenstechnischer Ansatz	Versuchsjahr	Versuchsstandort	Varianten	Prüfmerkmal	Wiederholungen der Durchfahrten	Versuchstechnik
Differenzierte Stickstoffdüngung mit Yara N-Sensor im Weizen	2002	Wagun/Meckl.-Vorp. Aschara/Thür.	Differenzierte Düngung Konstante Düngung	Mährescherleistung Mährescherverlust Dieselverbrauch Ertrag Bruchkorn	12	Massey Ferguson 7278 (7,70 m)
	2004	Görmin/Meckl.-Vorp.				New Holland CR 980 (9,15 m)
	2004	Fahrenwalde/Meckl.-Vorp.	Differenzierte Düngung Konstante Düngung in 3 WW-Sorten mit je 2 Fungizidintensitäten zu zwei Ernteterminen		2	John Deere STS 9880 (9,15 m)

Tab. 4-4: Material und Methoden zum Feldversuch Hochschnitt

Verfahrenstechnischer Ansatz	Versuchsjahr	Versuchsstandort	Varianten	Prüfmerkmal	Wiederholungen der Durchfahrten	Versuchstechnik
Hochschnitt im Weizen	2006	Reppen/Sachsen	Tiefschnitt ca. 15 cm Hochschnitt ca. 35 cm	Mähdrescherleistung Mähdrescherverlust Dieselverbrauch Bruchkorn Rückbefeuchtung Strohverteilung Häckselgutlänge Feldaufgang	4	New Holland CR 980 (7,30 m) Mulchen nach Hochschnitt mit: Krone Big M
	2007	Littdorf/Sachsen	Tiefschnitt ca. 15 cm Hochschnitt ca. 27 cm Hochschnitt ca. 37 cm			John Deere WTS 9680 (6,60 m) Mulchen nach Hochschnitt mit: Sauerburger Spearhead

4.2 Versuchsdurchführung

Trotz unterschiedlicher Versuchsansätze war die Grundfragestellung stets gleich: Wie verändert sich die Druscheignung durch eine gezielte Maßnahme und wie wirkt sich diese Veränderung auf die Arbeit des Mähdreschers aus.



Foto 4-2: Kerndrusch in der Versuchsparzelle im Weizen



Foto 4-3: Freigelegte Prüfschalenablageplätze im Raps

Dazu wurden die jeweiligen Prüfglieder im Kerndrusch beerntet, das heißt ohne den verfälschenden Einfluss der Fahrgassen (Foto 4-2 und 4-3). Die Durchfahrtsstrecken von jeweils 310 m wurden genau vermessen. Am Anfang und am Ende befand sich eine 80 m lange Ein- bzw. Auslaufstrecke. Die Einlaufstrecke ist notwendig, damit der Mähdrescher genügend Zeit hat den Volllastzustand zu erreichen und mit stabilen Werten zu arbeiten. Im weiteren Verlauf der Durchfahrtsstrecke standen im Abstand von 50 m vier Versuchstechniker. Jede dieser Versuchspersonen legte 3 Prüfschalen aus, um die Mähdrescherverluste bei Schwadablage aufzufangen (Foto 4-4). Bei Versuchen im Raps wurden die Ablageplätze bereits im März freigeschnitten. Die Prüfschalen wurden vom Mähdrescher mittig zwischen den Rädern passiert. Dazu wurde das Schneidwerk kurzzeitig angehoben und wieder gesenkt. Die veränderte Strohmenge durch das Anheben des Schneidwerks beeinflusst das



Foto 4-4: Auffangen der Verluste mittels Prüfschalen bei Schwadablage

Verlustergebnis in den Prüfschalen nicht. Der Verarbeitungsweg im Mähdrescher ist länger.

Nach jedem Passieren der drei Verlustprüfschalen wurde die Fahrgeschwindigkeit in festgelegten Stufen angehoben und für den nächsten 50 m Abschnitt beibehalten. Das heißt, die Versuchsstrecke wurde mit abschnittsweise steigender Fahrgeschwindigkeit durchfahren, um eine Leistungs-Verlust-Kurve zu ermitteln. Der Inhalt der Verlustprüfschalen wurde in einen Leinensack abgefüllt und etikettiert (Foto 4-5 und 4-6). Diese Etiketten waren für jeden Versuchstechniker laut Ablaufplan vorsortiert, so dass keine Kennzeichnungsfehler unterlaufen konnten.

Im Labor wurden die Verlustkörner vom Stroh-Spreu-Gemisch getrennt und deren Gewicht bestimmt.



Foto 4-5: Abfüllen der Prüfschaleninhalte in Säcke.



Foto 4-6: Etikettieren der Säcke.

Nach jeder Durchfahrt wurde der Dieserverbrauch nachgelitert (Foto 4-7 und 4-8). Da der herstellereitig verbaute Tank auf Grund seiner Größe für eine Verbrauchsmessung zu ungenau ist, wurde ein separater, kleiner Tank aufgebaut.



Foto 4-7: Nachlitern des Kraftstoffverbrauchs



Foto 4-8: Millilitergenaue Messung des Verbrauchs

Der Verbrauch konnte mit Millilitergenauigkeit ermittelt werden.

4.3 Bonituren

Die pflanzlichen Eigenschaften wurden in den jeweiligen Vergleichsvarianten bonitiert, um Rückschlüsse auf die Versuchsergebnisse ziehen zu können (Tab. 4-5). Ohne Bonituren kann man lediglich anhand der Versuchsergebnisse eine Veränderung der Druscheignung feststellen. Man weiß jedoch nicht, welche pflanzlichen Parameter in welchem Maße dabei beeinflusst werden bzw. maßgebend bei der Veränderung der Druscheignung sind. Deshalb wurden sehr umfangreiche Bonituren über die verschiedenen Entwicklungsstadien der Pflanzen bis zum Erntetermin durchgeführt (Anhang 5 bis Anhang 9, Anhang 23 bis Anhang 27, Anhang 49 bis Anhang 54).

Tab. 4-5: Boniturmerkmale in den jeweiligen Feldversuchen

Bonitur- merkmale	Verfahrenstechnischer Ansatz			
	Raps-Halbzweig- hybride	Vorernte- sikkation	differenzierte Stickstoffdüngung	Hoch- schnitt
Stängeldicke (cm)	X	X		
Verzweigungs- beginn (cm)	X	X		
Schotentragende Triebe (Anz.)	X	X		
Gesamthöhe (cm)	X	X	X	X
Ausgefallene Schoten (Anz.)	X	X		
Grüne Schoten (Anz.)	X	X		
Grüne Stängel (1-9)	X	X		
Schotenzahl (Anz.)	X	X		
Triebe/m ²			X	
Ähren/m ²			X	
Lageranteil			X	
Strohfeuchte in unters. Halmhöhe				X

5. Verfahrenstechnische Ansätze zur Verbesserung der Druscheignung

5.1 Züchterischer Ansatz –Halbzwerghybriden im Raps

Winterraps ist eine Erfolgsfrucht im Ackerbau und ein echtes Multitalent in der Verwendung (BARTMER 2007). Die erste züchterische Bearbeitung des Rapses begann Ende des 19. Jahrhunderts mit dem Ziel, die Korn- und Ölerträge zu steigern sowie die Winterfestigkeit und Platzfestigkeit zu erhöhen.

Ernährungsphysiologisch wurde das Rapsöl als minderwertig angesehen durch den hohen Anteil an Erucasäure im Öl. Die Kriegsgenerationen erinnern sich nur ungern an den typischen Geschmack des Rüböls, das der „Kriegsmargarine“ per Beimischungszwang zugesetzt wurde (BRAUER 2007).

1973 gelang der Züchtung in Deutschland die erste erucasäurefreie Winterrapsorte, der sogenannte 0-Raps und 1986 der 00-Raps (Abb. 5-1). Der 00-Raps, mit den verringerten Glucosinolatgehalten, machte den Weg frei für eine breite Verwendung des Rapses. Der nach der Ölextraktion entstandene Presskuchen konnte nun als wertvolles Tierfutter eingesetzt werden.

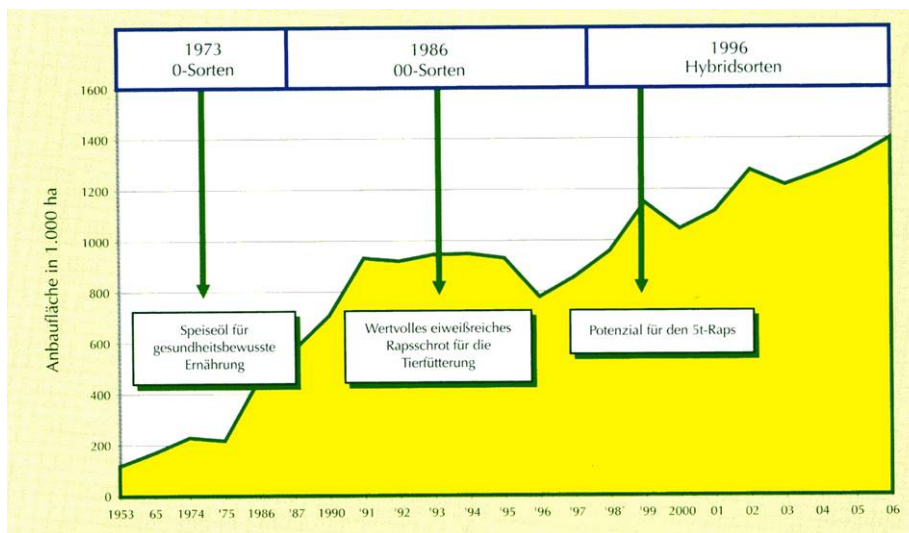


Abb. 5-1: Entwicklung der Rapsanbauflächen seit 1953 in Deutschland (Quelle: NPZ, Rapool)

Die wirtschaftliche Attraktivität, die steigende Nachfrage nach non-food Raps, die boomende Biodieselproduktion und nicht zuletzt die marktpolitische Förderung

verhalfen dem Raps zu steigenden Anbauflächen. Das beflügelte wiederum die Züchtung, so dass 1996 die ersten Hybridsorten im Anbau standen.

Die züchterische Bearbeitung der letzten 15 Jahre führte dazu, dass nicht nur der Ertrag jährlich um etwa 0,6 dt/ha gestiegen ist, sondern auch die Biomasse der Pflanzen massiv angestiegen ist. Rapspflanzen sind heute teilweise übermannshoch und neigen zu Lager. Zwei- bis dreimalige Gaben an Wachstumshemmern müssen die Ertragseinbußen durch Lager verhindern.

Der Stängeldurchmesser hat sich im Vergleich zu früheren Sorten, auch infolge geringerer Aussaatstärken, fast verdoppelt. Galt Raps früher als „Rennfahrer-Kultur“, bereitet der Drusch heute zunehmend Schwierigkeiten. Großrahmige Sorten mit viel Biomasse, welche den Mähdrischer passieren muss, ungleichmäßig abgereiften Pflanzenteilen, einem hohen Anteil grüner Stängel sowie großer Lagergefahr verschlechtern die Druscheignung und führen zu erhöhten Ernteverlusten.

Was in der Getreidezüchtung mit kurzstrohigen Mähdruschsorten längst umgesetzt ist, beginnt jetzt in der Rapszüchtung. Man versucht die Standfestigkeit der kurzen Wuchstypen mit dem Ertragsniveau normalstrohiger Sorten zu kombinieren. Bereits in den 80er Jahren gelang es durch Mutationsexperimente in Frankreich eine Zwerglinie zu entwickeln, die ertraglich jedoch nicht an Normalstrohsorten heranreichte. Lange Zeit galten kurze Wuchstypen als nicht ausbaufähig. Erst 2005 wurde die erste Halbzwerghybride vom Züchter Pioneer in die deutsche Sortenliste eingetragen.

Halbzwerge sind aus einer Zwerglinie und aus einer normalstrohigen Linie entstanden und stehen in der Pflanzenlänge zwischen ihren Eltern. Diese neue Architektur bringt wesentliche Vorteile in der Standfestigkeit, in der Druscheignung sowie auch in der Bestandesführung (FEIFFER ET AL. 2006).

Gab es anfänglich Probleme im Korn- und Ölertrag, haben die neuen Halbzwerghybriden aufgeholt und liegen gleichauf mit den führenden Hybridsorten (Anhang 20 bis Anhang 21)

Obwohl dieser Wuchstyp zusätzliche Vorteile aufweist und bisher keine Nachteile brachte, die nicht auch bei anderen Sorten auftreten können, setzt er sich wider Erwarten doch eher verhalten durch. Der Anblick eines niedrigen Bestandes ist gewöhnungsbedürftig und man traut optisch diesen Sorten nicht den gleichen Ertrag zu wie Normalstrohhybriden (Foto 5-1).

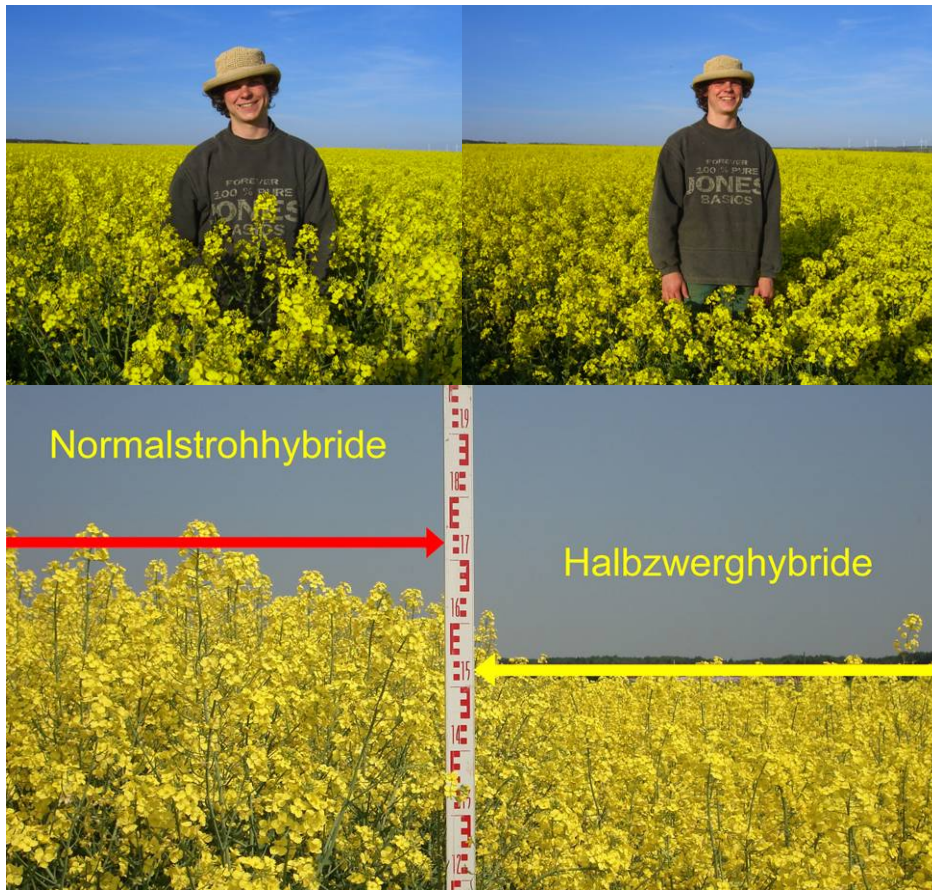


Foto 5-1: Halbzwerghylbride mit kürzerem Wuchs

Einem massewüchsigen Stängel- und Blattapparat wird mehr Speicherfähigkeit von Assimilaten unterstellt, die in Notzeiten mobilisiert werden können. Diese These konnte jedoch nicht bestätigt werden, weil in beiden Versuchsjahren, 2006 und 2007, eine starke Vorsommertrockenheit herrschte. Die Halbzwerge sind ertraglich nicht eingebrochen und lagen teilweise über der Vergleichshylbride (FEIFFER ET AL. 2008a,b).

Anfänglich hatte man den Halbzweig mit extensiver Bestandesführung empfohlen, wohl auch, weil im Herbst eine Einkürzung gespart werden könnte. Das hat zu schweren Ertragseinbrüchen geführt, denn nicht nur das Längenwachstum wird mit dieser Maßnahme reguliert, sondern zugleich werden auch ertragswirksame Fungizide verabreicht. Ebenso verhält es sich mit der Blütenspritzung. Auch bei Normalstrohsorten geht der Großteil der Landwirte dazu über, eine Blütenspritzung zum Standard zu erklären. Das ist bei Halbzweigen umso wichtiger, weil die Verzweigung tiefer ansetzt und die Sprossachsen von den bodenbürtigen Sklerotien besser erreicht

werden. Da ohnehin gespritzt wird, entfaltet der Halbzweig mit ca. 30 cm kürzerem Wuchs seinen Vorteil infolge geringerer Durchfahrtschäden (Foto 5-2 und 5-3).



Foto 5-2: Weniger Durchfahrtschäden durch geringere Wuchshöhe



Foto 5-3: Geschädigte Fahrgasse bei Normalstrohhybrid nach Blütenspitzung

Nach nunmehr 4 Anbaujahren, wo viele Landwirte eigene Erfahrungen sammeln konnten, nimmt die Anbaufläche des Halbzwergs jährlich zu.

Auch in den Zuchtgärten anderer Züchterhäuser sieht man bereits kurze Sorten stehen, von denen einige auf den DLG-Feldtagen 2008 in Buttstedt gezeigt wurden.

Halbzwerge könnten einen neuen Trend darstellen.

5.1.1 Ergebnisse und Diskussion

5.1.1.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse von vier Versuchsstandorten aus zwei Jahren sind in den Anlagen enthalten (Anhang 10 bis Anhang 19). Für die Diskussion werden die wichtigsten Ergebnisse zur Druscheignung und zum Ertrag zusammengestellt, die auch Grundlage einer monetären Betrachtung sind.

5.1.1.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Biomasse mit ihrer Konsistenz hat einen deutlichen Einfluss auf die Druscheignung. Das spiegeln die Ergebnisse von Mähdrescherleistung und Druschverlusten wider (Abb. 5-2 und 5-3).

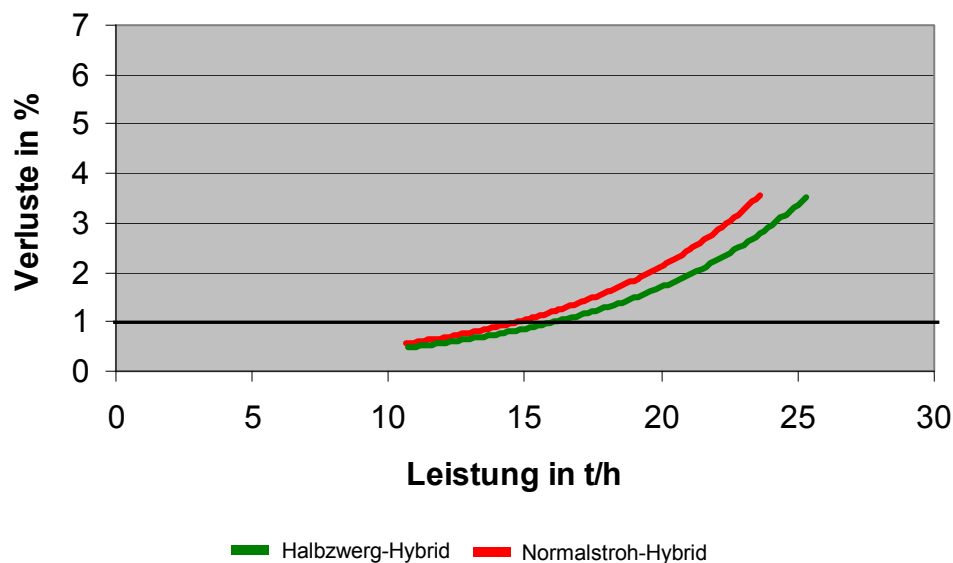


Abb. 5-2: Mähdrescherleistung und Druschverlust (nach Feiffer 2006)

Versuchsstandort Mönchenholzhausen und Kirchheilingen zusammengefasst

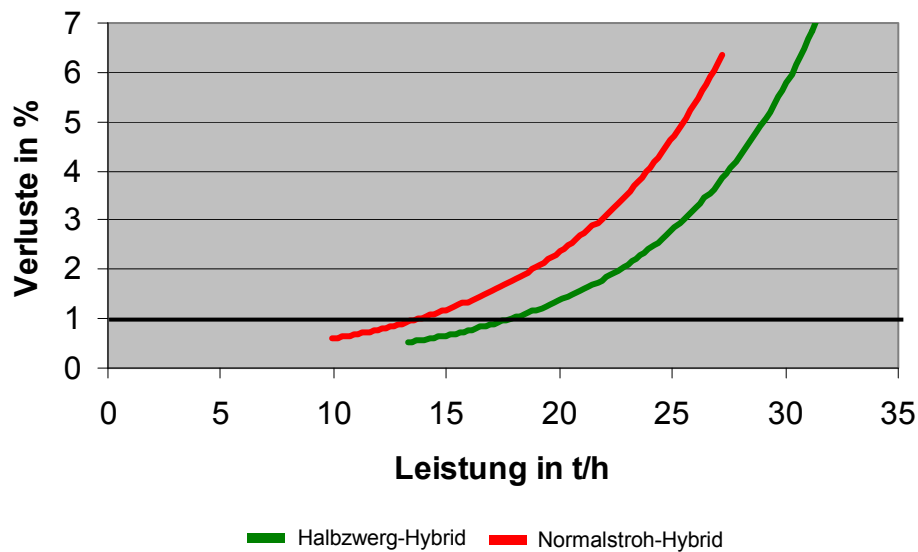


Abb. 5-3: Mähdrescherleistung und Druschverlust (nach Feiffer 2007)

Versuchsstandort Kirchheilingen und Neunheilingen zusammengefasst

Für den Landwirt ist die Mähdrescherleistung bei einem Verlust um 1 % interessant, weil dies eine Verlustmarke ist, die er in der Praxis anstrebt. Ausgerichtet an dieser Verlustmarke schnitt der Halbzweig im Vergleich zur Normalstrohhybride in allen Einzelversuchen mit 3 bis 38 % höherer Mähdrescherleistung ab.

Über beide Versuchsjahre hinweg ergibt dies eine durchschnittliche Mehrleistung von 17,5 %.

Die bessere Druscheignung der Halbzwerge wird im Allgemeinen der geringen Wuchshöhe zugeschrieben (Foto 5-4 und 5-5).



Foto 5-4: Halbzwerghybride
Feldversuch Kirchheilingen 2007



Foto 5-5: Normalstrohhybride
Feldversuch Kirchheilingen 2007

Dieses Merkmal ist zwar am auffälligsten, jedoch nicht allein beteiligt. Vielmehr bildet die Architektur eine Kette von Synergien (FEIFFER ET AL. 2007).

Die Praxiserfahrungen belegen, dass der Halbzwerger einen etwa 30 cm kürzeren Wuchs aufweist. In den Versuchsjahren 2006 und 2007 reichte die Wuchshöhendifferenz von 20 bis 41 cm (Tab. 5-1).

Tab. 5-1: Wuchshöhendifferenzen zwischen Halbzwerger- und Normalstrohhybrid in den Versuchsjahren 2006 und 2007

Sorte	Wuchshöhe in cm			
	Versuchsjahr 2006		Versuchsjahr 2007	
	Standort		Standort	
	Mönchenholzshn.	Kirchheilingen	Neunheilingen	Kirchheilingen
Halbzwergerhybride	134	141	108	107
Normalstrohhybrid	166	162	144	148
Differenz	32	21	36	41

Der Durchschnitt von 31,8 cm deckt sich in etwa mit den praktischen Erfahrungswerten. Prozentual wären das ca. 15 – 28 % weniger Biomasse, die der Mähdrescher zu verarbeiten hat. Jedoch wirkt sich die geringere Wuchshöhe nur bedingt auf die Verbesserung der Druscheignung aus.

Der Halbzwerger ist zwar kürzer, muss aber auch tiefer abgeschnitten werden, weil die Verzweigung der Schoten tragenden Triebe weiter unten beginnt (Tab. 5-2).

Tab. 5-2: Verzweigungsansatz bei Halbzwerghybriden und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007

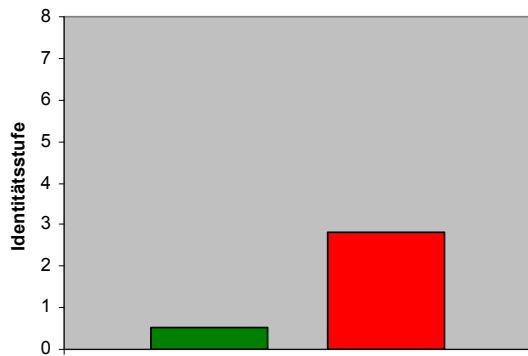
Sorte	Verzweigungsbeginn in cm			
	Versuchsjahr 2006		Versuchsjahr 2007	
	Standort		Standort	
	Mönchenholzsn.	Kirchheilingen	Neunheilingen	Kirchheilingen
Halbzwerghybride	30	34	26	24
Normalstrohhhybride	55	51	50	51
Differenz	25	17	24	27

Die Verzweigung beginnt beim Halbzwerghybrid mit 17 bis 27 cm tiefer im Vergleich zur Normalstrohhhybride, im Durchschnitt aller Standorte 23,3 cm. Die tiefere Verzweigung und damit die notwendig tiefere Schnitthöhe hebt die geringe Wuchshöhe rein rechnerisch bis auf 8,5 cm wieder auf.

Demnach ist die Wuchshöhe nicht das entscheidende Merkmal bei der Verbesserung der Druscheignung, weil die Biomasse, die der Mähdrescher zu verarbeiten hat, dadurch nicht wesentlich verringert wird.

Aus Kapitel 2.2 und 2.4 geht hervor, dass weniger die Strohmasse als vielmehr die Strohkonsistenz über die Druscheignung entscheidet.

Während es sich bei Getreide um zähes, feuchtes Stroh handelt, geht es beim Raps um die grüne Stängelmasse sowie um den Anteil grüner Schoten. Das Abreifeverhalten steht somit im Vordergrund. Halbzwerge reifen deutlich gleichmäßiger ab als Normalstrohhsorten. Der wesentliche Vorteil liegt in der synchronen Abreife von Stängel und Schoten. Das erleichtert nicht nur die Bestimmung des optimalen Erntetermins, sondern fördert die Druscheignung ganz erheblich.



■ Halbzweig-Hybrid ■ Normalstroh-Hybrid

Abb. 5-4: Anteil grüner Stängel
(nach Feiffer 2006)

Versuchsstandorte Mönchenholzhausen
und Kirchheilingen zusammengefasst

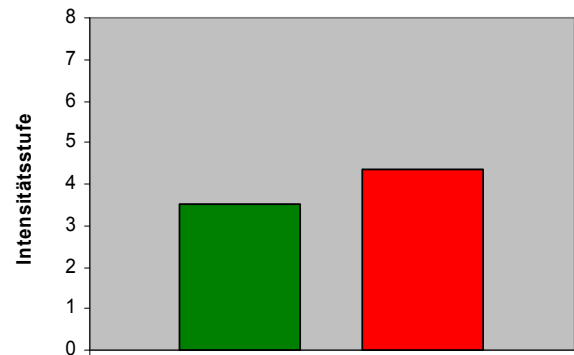
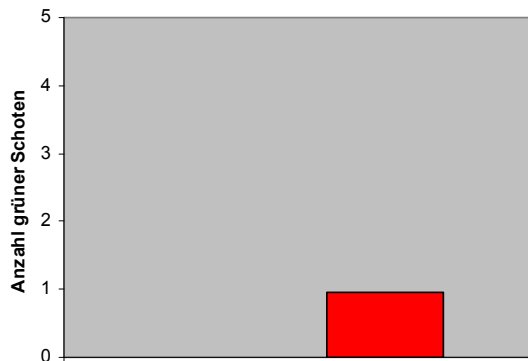


Abb. 5-5: Anteil grüner Stängel
(nach Feiffer 2007)

Versuchsstandorte Kirchheilingen und
Neunheilingen zusammengefasst



■ Halbzweig-Hybrid ■ Normalstroh-Hybrid

Abb. 5-6: Anteil grüner Schoten
(nach Feiffer 2006)

Versuchsstandorte Mönchenholzhausen
und Kirchheilingen zusammengefasst

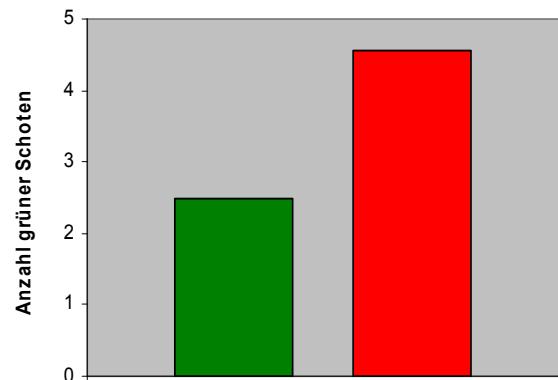


Abb. 5-7: Anteil grüner Schoten
(nach Feiffer 2007)

Versuchsstandorte Kirchheilingen und
Neunheilingen zusammengefasst

Der Anteil grüner Stängel und Schoten ist bei den Halbzwerghen stets geringer und für den Mähdrescher in einem leichter zu verarbeitenden Zustand (Abb. 5-4 bis 5-7).

Die Druscheignung wird weiterhin befördert durch die geringere Stängeldicke, die der Halbzweig im Vergleich zur Normalstrohsorte aufweist (Abb. 5-8 und 5-9).



Foto 5-6: Messung der Stängeldicke in unterschiedlicher Höhe.



Foto 5-7: Dicke, grüne Stängel setzen im Dreschwerk Feuchtigkeit frei.

Die Stängeldicke wurde auf der Höhe von 15, 30, 45 und 60 cm gemessen (Foto 5-6).

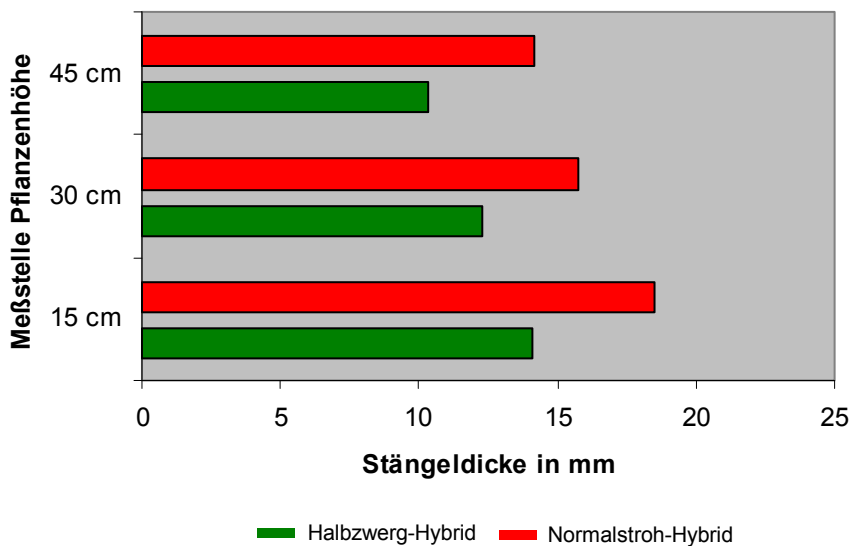


Abb. 5-8: Stängeldicke; Versuchsstandorte Mönchenholzhausen und Kirchheilingen zusammengefasst (nach Feiffer 2006)

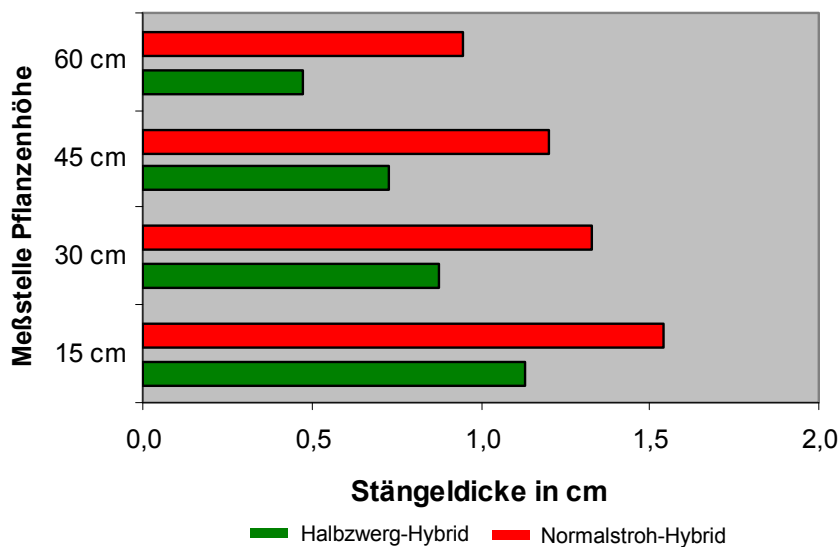


Abb. 5-9: Stängeldicke; Versuchsstandorte Kirchheilingen und Neunheilingen zusammengefasst (nach Feiffer 2007)

Der Halbzweig hat durch die besondere Wuchsform einen dünneren Haupttrieb. Durch die tiefer ansetzende Verzweigung der Triebe wird eine gute Abstützung der Pflanze gewährleistet. Bei Normalstrohsorten muss der Haupttrieb kräftiger sein, um das höher angesetzte Schotenpaket abzustützen.

Die dünneren Hauptstängel und die dünneren Verzweigungen des Halbzweigs werden vom Schneidwerk mit weniger Kraftaufwand geschnitten. Sie lassen sich von der Einzugschnecke einfacher einziehen als dicke, sperrige Stängel. Der Gutfluss ist gleichmäßiger mit Vorteilen für die Beaufschlagung der folgenden Arbeitsorgane. Der Haupteffekt setzt beim Dreschwerk und bei der Reinigung ein. Normalstrohsorten haben dickere Stängel mit einem höheren Grünanteil. Sie werden zwischen Trommel und Korb stärker zerquetscht und die Feuchtigkeit ausgepresst. Das erschwert wiederum die Abscheidung auf Schüttler und Sieben. Der Mähdrescher muss langsamer gefahren werden, um eine akzeptierte Verlustgrenze nicht zu überschreiten.

Die Verbesserung der Druscheignung beim Halbzweig ist ein Zusammenspiel von Biomasse (Wuchshöhe, Stängeldicke), deren Abreife (grüne Stängel, grüne Schoten) sowie Lagervermeidung. Lager ist das Ernteproblem mit großen Einbußen. Gerade Hybridsorten neigen zu überschießendem Wachstum, welches durch den Heterosiseffekt hervorgerufen wird. Eine leichte Neigung des Bestandes ist durchaus erwünscht, um die Windanfälligkeit zu reduzieren. Lager hingegen verschlechtert die

Assimilation durch gestörte Leitungsbahnen und beeinflusst neben der Druscheignung auch Ertrag und Qualität sehr negativ. Das verdeutlicht der Feldversuch 2007 in Kirchheilingen, wo die Normalstrohhhybride mit mittlerem Lageranteil geschädigt war (Foto 5-8).



Foto 5-8: Lager in der Vergleichshybride, Feldversuch 2007 in Kirchheilingen

Der Leistungsverlust des Mähdreschers betrug 38 %, der Kraftstoffverbrauch war mit 1,6 l/t höher und der Ertrag mit 17 % geringer im Vergleich zum Halbzweig.

Die Halbzwerghybriden beziehen ihre Standfestigkeit, die mit der BSA-Note 1 honoriert wurde, aus der Zwergenlinie.

Die bessere Druscheignung der Halbzwerge schlägt sich auch im Kraftstoffverbrauch nieder (Tab. 5-3).

Tab. 5-3: Kraftstoffverbrauch bei Halbzweig- und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007

Sorte	Kraftstoffverbrauch in l/t			
	Versuchsjahr 2006		Versuchsjahr 2007	
	Standort		Standort	
	Mönchenholzsn	Kirchheilingen	Neunheilingen	Kirchheilingen
Halbzweig-hybride	2,9	3,4	2,9	2,7
Normalstroh-Hybride	3,9	4,0	3,0	4,3
Differenz	1,0	0,6	0,1	1,6

Im Durchschnitt wurden für die Beerntung des Halbzwergs etwa 0,8 l/t weniger Diesel verbraucht im Vergleich zur Normalstrohsorte. Das mag auf den ersten Blick nicht viel erscheinen, trägt jedoch zum Gesamtnutzen bei. Begünstigend kommt hinzu, dass die Verbrauchssenkung bei gleichzeitig höherer Mähdrescherleistung erzielt wurde. Darüber hinaus werden die steigenden Energiepreise ein zunehmend wichtiger Aspekt bei der Bewertung von Verfahren. Zukünftig kann die Bewertung von Sorten, Verfahren, Technik u.a. durchaus in der Valuta „Energie“ erfolgen (FEIFFER, A. ET AL. 2007b).

Momentan zählt bei den Landwirten jedoch nach wie vor der Marktwarenenerlös, der sich aus Ertrag und Ölgehalt zusammensetzt.

Auch wenn eine Sorte mit den Vorteilen einer besseren Druscheignung aufwarten kann, wird sie nicht angenommen, wenn Korn- und Ölertrag nicht führend sind.

Tab. 5-4: Ertrag bei Halbzweig- und Normalstrohhybrid in den Versuchsjahren 2006 und 2007

Sorte	Ertrag in t/ha			
	Versuchsjahr 2006		Versuchsjahr 2007	
	Standort		Standort	
	Mönchenholzsn.	Kirchheilingen	Neunheilingen	Kirchheilingen
Halbzweig-hybride	4,69	5,19	4,03	4,15
Normalstroh-Hybride	4,83	4,78	3,69	3,63
Differenz	- 0,14	0,41	0,34	0,52

Die Kornerträge zeigen die Konkurrenzfähigkeit der Halbzwerge mit der Normalstrohsorte (Tab. 5-4). Das bezieht sich nicht nur auf die Versuchsstandorte, sondern lässt sich auch aus den Landessortenversuchen 2007 und 2008 ableiten (Anhang 20 bis Anhang 21).

Der Kornertrag setzt sich aus Schotenzahl je Pflanze, Körnerzahl je Schote und Tausendkorngewicht der Körner zusammen.

Halbzwerge bilden eine größere Anzahl von Schoten, wobei die Schoten kleiner sind mit einer geringeren Anzahl von Körnern je Schote, die jedoch ein höheres Tausendkorngewicht aufweisen.

Im Versuchsfeld stand die erste Generation der Halbzwerge PR 45 D01, deren Ölgehalt noch nicht an die führenden Sorten heranreichte.

Tab. 5-5: Ölgehalt bei Halbzwerghybriden und Normalstrohhybrid in den Versuchsjahren 2006 und 2007

Sorte	Ölgehalt bei 9 % Wasser in %			
	Versuchsjahr 2006		Versuchsjahr 2007	
	Standort		Standort	
	Mönchenholzshn.	Kirchheilingen	Neunheilingen	Kirchheilingen
Halbzwerghybride	39,5	40,7	42,8	40,9
Normalstrohhybrid	38,6	42,5	44,4	41,5
Differenz	0,9	- 1,8	- 1,6	- 0,6

Im Durchschnitt wies der Halbzweig etwa 0,8 % weniger Ölgehalt auf (Tab. 5-5).

Ölgehalte über 40 % werden vom Handel besser vergütet. Nach Ölmühlenstandard erzielt man einen Zuschlag/Abschlag auf den Abrechnungspreis von 1 : 1,5 je Prozentpunkt Ölgehalt oberhalb/unterhalb von 40 %.

Am Beispiel des Versuchsstandortes Neunheilingen im Jahr 2007 ergibt sich folgendes:

Tab. 5-6: Ölgehalt des Versuchsstandortes Neunheilingen 2007

Sorte	Ölgehalt
Halbzwerghybrid	42,8 %
Normalstrohhybrid	44,4 %
Differenz	- 1,6 %
Abzug - 1,6 % x 1,5 % Punkte	- 2,4 %

2,4 % hat der Halbzweig am Verkaufspreis gegenüber der Normalstrohsorte verloren (Tab. 5-6). Bei 300 €/t Verkaufspreis sind das 7,2 €/t, die im Vergleich zur Normalstrohsorte weniger Erlöst werden.

Spätere Generationen, wie PR 45 D04, sind mittlerweile auch im Ölgehalt unter den führenden Sorten.

5.1.2 Monetäre Bewertung

Insgesamt stellt sich die Frage nach der Rentabilität einer neuen Sorte. Entscheidend für die Attraktivität von Sorten sind der mögliche Marktwarenenerlös mit Korn- und Ölertrag, die Aufwendungen in der Bestandesführung sowie die Druscheignung. Bei der monetären Bewertung sollen die Ergebnisse der eigenen Feldversuche zugrunde gelegt werden. Der Halbzweig wird hierbei der Normalstrohsorte gegenübergestellt (Tab. 5-7 und 5-8).

Tab. 5-7: Monetäre Bewertung der Halbzwerghybride

Vor-/Nachteile der Halbzwerghybride im Drusch	Monetäre Bewertung			
	Mönchen- holzhausen 2006	Kirch- heiligen 2006	Neun- heilingen 2007	Kirch- heilingen 2007
MD-Leistung				
Leistungssteigerung [%]	18	3	12	38
Druschkostenreduzierung [€/ha] ^{*1}	16	3	11	34
Kraftstoff				
Verbrauchsdifferenz [l/t]	1	0,6	0,1	1,6
Dieselskostenreduzierung [€/ha] ^{*2}	5	3	0	7
Kornertrag				
Ertragsdifferenz [t/ha]	- 0,14	0,41	0,34	0,52
Mehr/Mindererlös [€/ha] ^{*3}	- 42	123	102	156
Ölertrag				
Mehr/Mindererlös [€/ha] ^{*4}	20	- 37	- 22	- 8
Gesamt [€/ha]	- 1	92	91	189

^{*1} Druschkosten 90 €/ha

^{*2} 1 €/l Diesel

^{*3} 300 €/t Verkaufspreis

*4

Tab. 5-8: Erläuterung der Berechnung zum Mehr-/Mindererlös bei Ölgehalten am Beispiel der Versuchsstandorte 2006 (Anhang 16 und Anhang 18)

	Mönchenholzhausen		Kirchheilingen	
	Halbzwerghybrid	Normalstrohhybrid	Halbzwerghybrid	Normalstrohhybrid
Ertrag	4,69 t/ha	4,83 t/ha	5,19 t/ha	4,78 t/ha
Öl	39,5 %	38,6 %	40,7 %	42,5 %
Differenz Öl zu 40 % Standard	- 0,5 %	- 1,4 %	+ 0,7 %	+ 2,5 %
Zu-/Abschlag (Differenz x 1,5 % Punkte)	- 0,75 %	- 2,1 %	1,05 %	3,75 %
Mengenerlös (Ertrag x 300 €/t)	1.407 €/ha	1.449 €/ha	1.557 €/ha	1.434 €/ha
Zu-/Abschlag von Mengenerlös (Ertrag x Zu-/Abschlag)	- 10,60 €/ha	- 30,40 €/ha	16,30 €/ha	53,70 €/ha
Vor-/Nachteil des Halbzwerghybrids (Differenz Zu-/Abschlag vom Mengenerlös)	19,80 €/ha		- 37,40 €/ha	

Im Durchschnitt der Versuchsstandorte ergibt sich ein monetärer Vorteil des Halbzwerghybrids gegenüber der Normalstrohsorte von etwa 93 €/ha. Der überwiegende Anteil ergibt sich aus den besseren Kornerträgen des Halbzwerghybrids, die auch geringere Ölerträge mehr als kompensieren. Jedoch ist die ertragliche Komponente der monetären Bewertung den größeren Schwankungen ausgesetzt im Vergleich zur Komponente Druscheignung mit Mähdrescherleistung und Kraftstoffverbrauch.

Eine verbesserte Druscheignung wird sich beim Halbzwerghybrid auf Grund seiner Wuchsarchitektur immer einstellen, während Ertragsvorteile vom Standort, der Jahreswitterung und der Bestandesführung abhängig sind.

Der Halbzwerghybrid muss ebenso intensiv geführt werden wie andere Normalstrohhybridbriden auch. In der Einstufung der Phomaanfälligkeit liegt der Halbzwerghybrid gleichauf mit 28

weiteren führenden Sorten und unter den Hybriden gibt es keine andere Sorte, die eine bessere Einstufung aufweist.

Sklerotinia kann dagegen ein Problem sein. Deshalb ist bei diesem Wuchstyp eine fungizide Maßnahme in der Blüte zu empfehlen, wie sie auch bei anderen Normalstrohsorten durchgeführt wird. Diese Maßnahme ist beim Halbzweig mit weitaus geringeren Durchfahrtschäden zu absolvieren als bei Normalsorten. Darüber hinaus kann man die Behandlung zum optimalen Termin der Vollblüte setzen, während man bei Normalstrohsorten eher im frühen Stadium der Blüte behandelt, weil jeder Tag deutliches Längenwachstum bringt und damit die Durchfahrtschäden erhöht.

Die Lagervermeidung ist ein wesentlicher Vorteil der Halbzwerge. Da dazu keine Versuchsergebnisse vorliegen, soll die monetäre Bewertung aus Erfahrungswerten vorgenommen werden (Tab. 5-9) Vorausgesetzt ist ein mittlerer Schweregrad des Lagers im Raps:

Tab. 5-9: Monetäre Bewertung von Lagervermeidung

Vorteile bei Lagervermeidung	Monetäre Bewertung
Voraussetzung im Beispiel: Ertrag 4 t/ha, Erlös 300 €/t Lagerschweregrad: mittel	
Ertragsminderung mind. 6 % Ertragseinbußen	72,00 €/ha
Mehrkosten beim Drusch 90 €/ha + 50 % Zusatzkosten bei mittlerem Lager (Maschinenbelastung, Kraftstoff, Reparaturen, Zeit u.a.)	4,00 €/ha
Verluste und Trocknung mind. 2 % Verlusterhöhung (Schneidwerk, Schüttler, Rotoren, Reinigung) mind. 1 % zusätzliche Rücktrocknung (ca. 5 €/t/%)	24,00 €/ha 12,00 €/ha
Mittleres Lager verursacht Zusatzkosten von	112,00 €/ha

Lager ist ein ernst zu nehmender Kostenfaktor. Während bei Normalstrohsorten diese Schädigung durch Behandlung abgewendet werden muss, bringt der Halbzweig die Stabilität über seine Architektur ein.

Auch sogenannte weiche Faktoren werden bei der Bewertung dieser neuen Sorte herangezogen, deren Kriterien nicht monetär untersetzt werden können:

Bestandesführung

- Breites Aussaatfenster
- Wachstumsreglermaßnahmen entfallen teilweise
- Pflanzenschutz in der Blüte mit geringen Durchfahrtschäden

Ernte

- Kompakte, gleichmäßige Abreife, weniger Ausdruschverluste
- Sichere Bestimmung des Erntetermins
- Einfachere Mähdreschereinstellung
- Bessere Häckslerarbeit und bessere Strohverteilung
- Höhere Erntesicherheit

5.1.3 Zwischenfazit

Die bisherige Ertragssteigerung beim Raps ging mit stetig zunehmender Pflanzenlänge einher. Lagerprobleme und eine erschwerte Dreschbarkeit mit höheren Verlusten sind die Folge.

Kurzstrohigkeit in Verbindung mit Höchsterträgen schien sich auszuschließen. Der neue Wuchstyp der Halbzwerge vereint diese beiden Eigenschaften sehr erfolgversprechend. Die gleiche Entwicklung, mit der Hinwendung zu kurzstrohigen Getreidesorten, vollzieht man jetzt auch beim Raps.

Halbzwerge sind etwa 30 cm kürzer im Wuchs. Während das Schotenpaket bei Normalstrohsorten von einem langen Stängel getragen wird, ist dieser beim Halbzweig eingespart. Die Verzweigung der Schoten tragenden Triebe beginnt direkt ab Erdboden. Das verleiht ihm eine standfeste Architektur mit vielen Ertrags- und Druschvorteilen. Lager mit mittlerem Schweregrad bedeutet etwa 100 €/ha Einbußen.

Halbzwerge weisen eine deutlich bessere Druscheignung auf, die sich mit etwa 18 % höherer Mähdrescherleistung sowie mit 0,8 l/t geringerem Kraftstoff ausgewirkt hat. Die bessere Druscheignung ergibt sich aus der Kombination von geringerer Biomasse und deren guter Abreife. Das vereinfacht den Ausdrusch und die Abscheidung auf Schüttler/Rotoren und Sieben.

Halbzwerge sind keine frühen Sorten. Sie assimilieren lange, reifen dann aber zügig ab. So verbinden sie hohe Erträge mit guter Druscheignung. Der Ölgehalt der ersten Generation war noch nicht konkurrenzfähig. Hier wurde ab der dritten Generation schnell aufgeholt.

Der Fokus der Landwirte bei neuen Sorten wird sich zukünftig verstärkt auf die Ressourceneffizienz richten. Mit welcher Sorte lässt sich die höchste Nutzung der Sonnenenergie, der Mähdrescherleistung, bestandesführender Maßnahmen u.a. erzielen bei gleichzeitig hohen Erträgen. Sorten werden vorzüglicher, die sich unkompliziert, leistungsstark und verlustarm in einem gewünschten Erntefenster dreschen lassen sowie im Produktionsmanagement sicher und einfach zu handhaben sind. Wenn der neue Wuchstyp der Raps-Halbzwerge sich auch in Zukunft als ertragsstabil erweist und sich die Vorbehalte verringern, können sich kürzere Sorten über ihre Vorteile durchsetzen.

Mit Blick auf die Substitution fossiler Kraftstoffe kann Stroh wieder zunehmend an Bedeutung gewinnen (INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT 2008). An BtL-Verfahren, die sich gegenwärtig noch im Pilot- und Demonstrationsstadium befinden, knüpfen sich große Erwartungen. Sie nutzen ohnehin anfallende Reststoffe, wie z. B. das Stroh und stehen nicht im Konkurrenzkampf mit der Nahrungsmittelerzeugung. BtL-Anlagen benötigen zur Biomassebereitstellung einen hohen Flächenbedarf, der mit weiten Transportwegen verbunden ist. Raps hat eine beschränkte Anbaufläche durch die vierjährige Fruchtfolge. Darüber hinaus kommt es auf die Kraftstoffausbeute von Rapsstroh an. Das heißt, für weite Transporte lohnen Biomassen mit hoher Energiedichte.

Inwieweit die energetische Nutzung von Rapsstroh für Kraftstoffe der zweiten Generation für Wärme- bzw. Stromerzeugung zukünftig eine größere Rolle spielt, werden die ökologischen Bilanzen sowie auch die politischen Rahmenbedingungen entscheiden. Bisher überwiegt der Nutzen kurzstrohiger Sorten in der Erntetechnologie bei Weizen.

5.2 Chemischer Ansatz – Vorerntesikkation im Raps

Die Züchter attestieren dem Raps ein Ertragspotential von über 7 t/ha. In der Praxis wird jedoch nur etwa die Hälfte dessen erreicht. Mit steigenden Erträgen geht gleichzeitig eine Verschlechterung der Druscheignung einher, die ihrerseits einen Teil des möglichen Ertragspotentials raubt. Was sind die Hauptgründe?

Die Pflanzenzahlen je Quadratmeter haben sich in den letzten 20 Jahren etwa halbiert. Mitunter stehen auf einem Quadratmeter nur noch 30 Pflanzen, die kräftige Stängel und Verzweigungen entwickeln.

Die Bestandesführung ist mit der Applikation von Wachstumshemmern sowie Fungiziden stark intensiviert worden und reicht nunmehr bis in den späten Zeitraum der Vollblüte. Insbesondere die Fungizide greifen in den Hormonhaushalt ein. Seneszenzhormone verlangsamen den Alterungsprozess. Die Pflanze bleibt länger gesund mit höherer Assimilationsleistung (FEIFFER 2007b). Es entsteht der bekannte Greeningeffekt, wobei sich die Abreife verzögert. Das betrifft nicht nur die Stängel, die dadurch länger grün bleiben, sondern auch die Schoten. Die Schote ist botanisch gesehen ein umgeformtes Blatt. Folglich sind alle Einflüsse von blattaktiven Fungiziden auch auf der Schote wirksam (ALPMANN 2007). Die beteiligten Auxine verhindern den Schotenabwurf und halten das Trenngewebe weiterhin frisch. Dieser Mechanismus ist aus dem Obstbau bekannt, wobei der Fruchtsiel intakt gehalten wird und somit das vorzeitige Abfallen der Frucht verhindert. Fungizide halten die Schoten länger grün und führen zu einer Aufspreizung der Reife im Schotenpaket. Dieser Umstand wird noch forciert, indem sich das Schotenpaket in seiner Mächtigkeit im letzten Jahrzehnt mit 40 bis 60 cm fast verdoppelt hat. Die Belichtung der Schoten im oberen Drittel ist intensiver als im beschatteten unteren Drittel und führt zur etagenweisen Abreife.

Die Entwicklung in der Sortenzüchtung und Bestandesführung führt einerseits zu gesunden Pflanzen mit höheren Korn- und Ölerträgen, aber zugleich auch zu einer wesentlich längeren Wartezeit zur Ernte von bis zu 14 Tagen. Hierin liegt einer der Hauptkonflikte (FEIFFER 2007c). Natürlich wollen die Landwirte die ertragssteigernden Effekte mitnehmen, aber sie wollen auch, wie gewohnt, den Raps vor dem Weizen dreschen. Noch vor 10 Jahren war klar, dass man nach der Wintergerstenernte das Schneidwerk für die Rapsernte umrüstet und erst wenn der Rapsdrusch abgeschlossen war, die Weizenernte begann. Heute muss man die Zeit

zwischen Wintergerste und Weizen teilweise ungenutzt verstreichen lassen, wenn man den Ertragszuwachs des Rapses richtig ausnutzen will (Abb. 5-10).

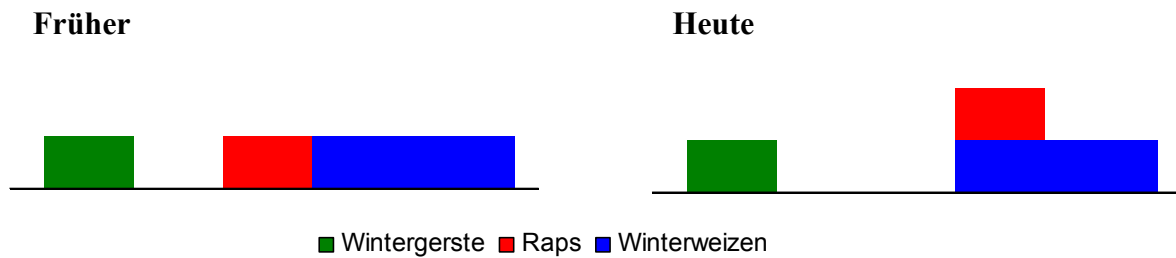


Abb. 5-10: Neue Rapsorten verzögern den Erntetermin

Der Rapsdrusch verschiebt sich zusehends in die Weizenernte. Das stellt für den Landwirt eine große Nervenbelastung dar. Auf der einen Seite will er sich nicht Ertrag in Größenordnungen von 5 bis 15 % wegschneiden, auf der anderen Seite „drücken“ die Folgefrüchte und es baut sich eine Arbeitsspitze mit unwägbarer Witterung auf. Der Kapazitätsanspruch erhöht sich, weil mehr Fläche in der verfügbaren Zeit abgeerntet werden muss (MÜLLER, HAHN 1989). Letztlich wird der Raps oft wider besseres Wissen zum herkömmlichen Erntetermin gedroschen, obwohl Stängel und Schoten noch grün sind (FEIFFER, ET AL. 2008). Der Schaden, der mit einem zu frühen Druschtermin angerichtet wird, ist groß. Versuche mit gestaffelten Ernteterminen zeigen das sehr eindringlich (Abb. 5-11).

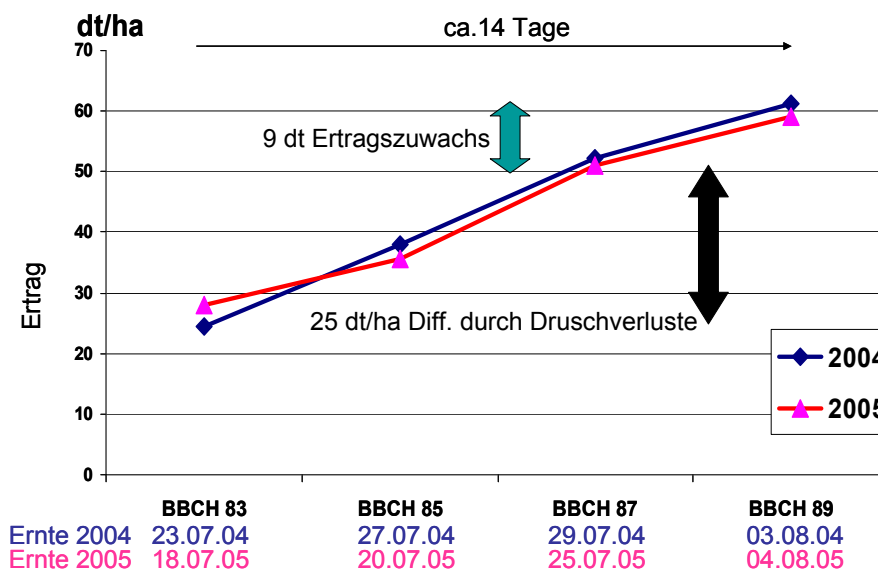


Abb. 5-11: Druschzeitenversuch der Sorte Oase (nach Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Dornburg 2004/5)

5 Tage längere Wartezeit bei der Sorte Oase brachte jeden Tag fast 2 dt/ha mehr Ertrag. Entscheidend dabei ist, dass dieser höhere Ertrag nicht durch Kornzuwachs zustande kam, sondern in überwiegendem Maße durch Verlustsenkung infolge besserer Druscheignung.

Ein zu früher Erntetermin, bei dem Stängel und Schoten nicht die Gelegenheit haben abzureifen, ist mit etwa doppelten Kosten verbunden im Vergleich zu einem optimalen Erntetermin (Abb. 5-12).

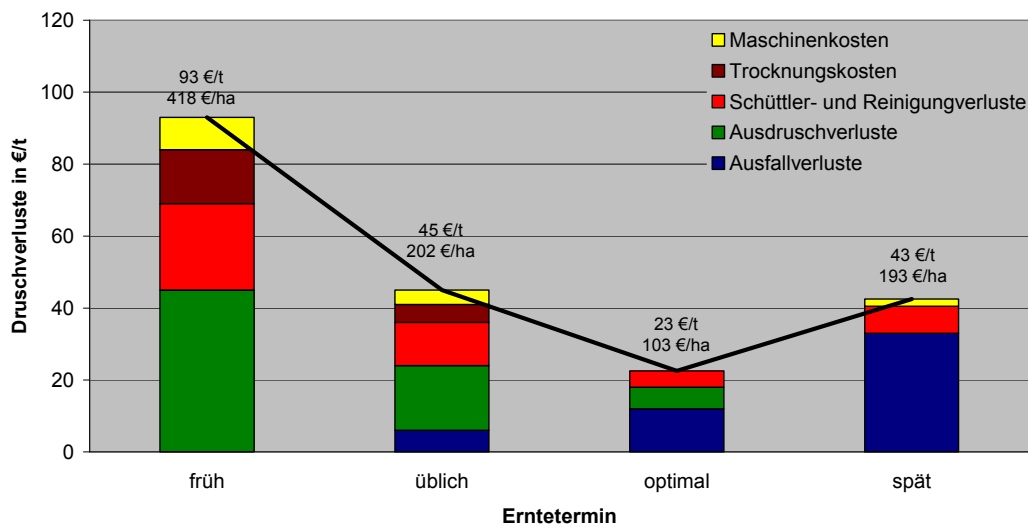


Abb. 5-12: Kostenentwicklung beim Rapsdrusch zu verschiedenen Ernteterminen (FEIFFER, A. 2006 c)

Um die wertvolle Zeitspanne zwischen Wintergerste und Weizen dennoch zu nutzen, in der die Erntestunden mit höchster Sonneneinstrahlung liegen, gibt es nicht viele Möglichkeiten. Man kann frühen Weizen dem Rapsdrusch vorziehen, man kann frühe Rapssorten in das Anbauprogramm aufnehmen, man kann mit Hilfe eines variablen Schneidwerkes schneller zwischen Weizen und Raps wechseln (z. B. Tag: Weizendrusch, Nacht: Rapsdrusch).

Eine Möglichkeit die Wartezeit zu verkürzen und damit den Erntetermin wieder nach vorn zu verlegen sowie die Druscheignung deutlich zu verbessern, ist die Vorerntesikkation. Dabei wird maximal 3,2 l Glyphosat, gemischt in 200 l Wasser, auf einem Hektar Rapsbestand appliziert. Die Sikkation ist im weitesten Sinne eine Reife- und Trocknungsbeschleunigung. Ca. 5 Tage nach Applikation hat die Pflanze das Mittel systemisch aufgenommen und der Absterbeprozess beginnt. Zum Erntetermin ist der Bestand gut druschfähig und wesentlich trockener. Auch wenn die Landwirte die

Nutzeffekte der Vorerntesikkation durchaus anerkennen, besteht dennoch eine innere Abneigung gegen diese chemische Maßnahme.

Sie erklärt sich aus dem Anblick eines „gestreiften“ Feldes nach der Applikation, weil bei der Überfahrt die reifsten Schoten in den Fahrgassen bereits ausgeschlagen werden (Foto 5-9). Diese Verluste werden subjektiv als sehr hoch bewertet.



Foto 5-9: Ausgeschlagene Schoten in der Fahrgasse

Weiterhin vermutet man ein „Wegspritzen“ des Ertrages durch den eingeleiteten Absterbeprozess. Traditionell befürwortet der Landwirt eine chemische Behandlung, wenn damit eine Steigerung des Ertrages erzielt wird bzw. Krankheiten und Schädlinge abgewehrt werden. Gegen Maßnahmen, die zur Vorverlegung des Erntezeitpunktes dienen, um Technikkapazität besser zu nutzen oder sich den Drusch zu erleichtern, werden eher Vorbehalte aufgebaut.

Der Feldversuch dient dazu, die Auswirkungen der Vorerntesikkation auf die Druscheignung sowie die Vor- und Nachteile aufzuzeigen und eine erste monetäre Bewertung vorzunehmen.

5.2.1 Ergebnisse und Diskussionen

5.2.1.1 Ergebnisse

Ein Rapsbestand der Sorte Oase mit ca. 10 ha wurde im Wechsel von zwei Fahrgassen sikkiert (Roundup Ultra Max) bzw. unbehandelt belassen. Die Behandlungsvarianten wurden im Kerndrusch beerntet und Mähdrescherleistung und –verlust, Kraftstoffverbrauch sowie Korn- und Ölertrag ermittelt. Die Behandlungsvarianten

wurden auch hinsichtlich der Durchfahrerschäden sehr intensiv bonitiert. Die Ergebnisse der Maschinen und Pflanzenparameter befinden sich in der Anlage und sind Grundlage einer ersten monetären Betrachtung (Anhang 24 bis Anhang 32).

5.2.1.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Boniturergebnisse veranschaulichen die Veränderung der Druscheigenschaften der Pflanze innerhalb von 14 Tagen bis zum Druschtermin (Abb. 5-13). Beim Raps geht es dabei vornehmlich um den Anteil grüner Stängel und Schoten.

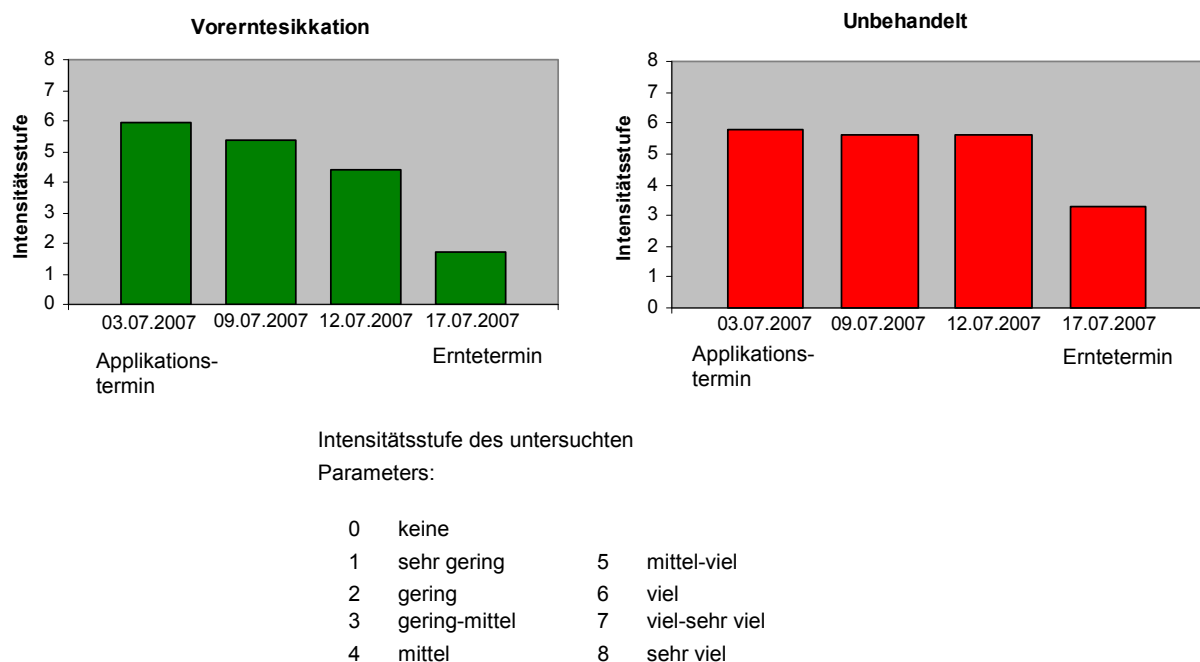


Abb. 5-13: Veränderung des Anteils grüner Stängel vom Applikationstermin bis zum Erntetermin (nach Feiffer 2007)

Etwa eine Woche nach Applikationstermin am 03. Juli 2007 zeigen sich noch keine nennenswerten Unterschiede in der Stängelabreife. Das Sikkationsmittel benötigt eine Zeit für die systemische Wirkstoffverteilung. Drei Tage später sind dagegen deutliche Abreifeunterschiede zu erkennen, die sich bis zum Erntetermin verstärken. Eine gute Stängelabreife verbessert die Druscheignung beim Raps ganz entscheidend.

Auch die Abreife der grünen Schoten wurde in der Variante mit Vorerntesikkation beschleunigt im Vergleich zur unbehandelten Variante, die auf die natürliche Abreife angewiesen ist (Abb. 5-14).

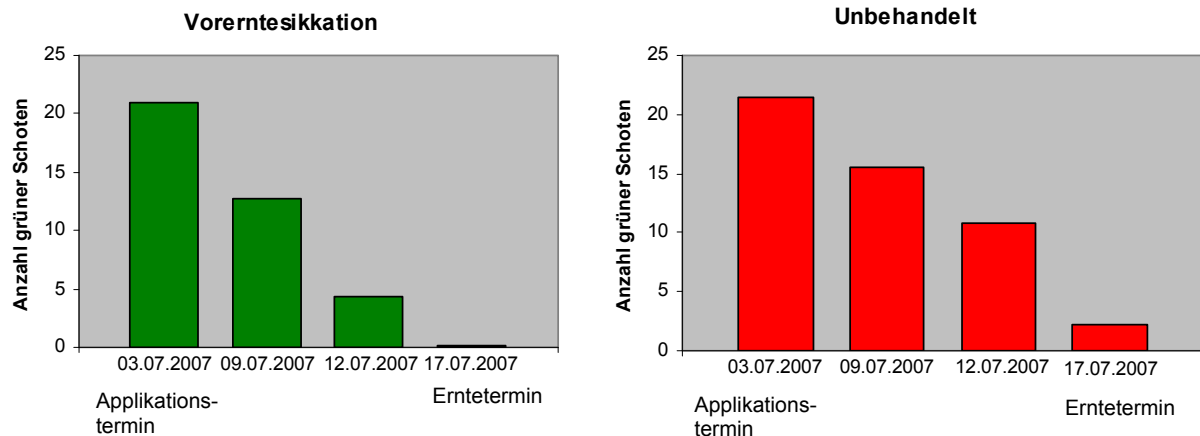


Abb. 5-14: Veränderung des Anteils grüner Schoten vom Applikationstermin bis zum Erntetermin (nach Feiffer 2007)

Je weniger unreife Schoten, desto geringer sind die Ausdruschverluste und umso höher ist der geerntete Ertrag.

Man kann aus diesen Boniturergebnissen die Wirkung der Vorerntesikkation auf die Druscheignung von Raps klar erkennen. Jedoch wurde sie wesentlich abgeschwächt durch eine siebenwöchige Vorsommertrockenheit, die zu einem vorzeitigen und teilweise krankheitsbedingten Abreifeprozess führte.

Die für einen vitalen Pflanzenbestand allgemein typischen grünen Stängel und Schoten traten in diesem Maße nicht auf. Versuche der Fachhochschule Soest zeigen die sonst gegebenen Verhältnisse in der Sorte Oase (Tab. 5-10).

Tab. 5-10: Einfluss der Sikkation auf den Wassergehalt bei der Sorte Oase zum Erntetermin (nach Stemann 2006)

	Wassergehalt		
	Körner [%]	Schoten/Triebe [%]	Stängel [%]
Unbehandelt	9,8	28,6	80,8
Vorerntesikkation	8,8	14,9	33,7

Wenn auch die Unterschiede in den Boniturergebnissen jahresbedingt nicht sehr stark ausfielen, war die Verbesserung der Druscheignung im Leistungsverhalten des Mähdreschers gut nachweisbar (Abb. 5-15).

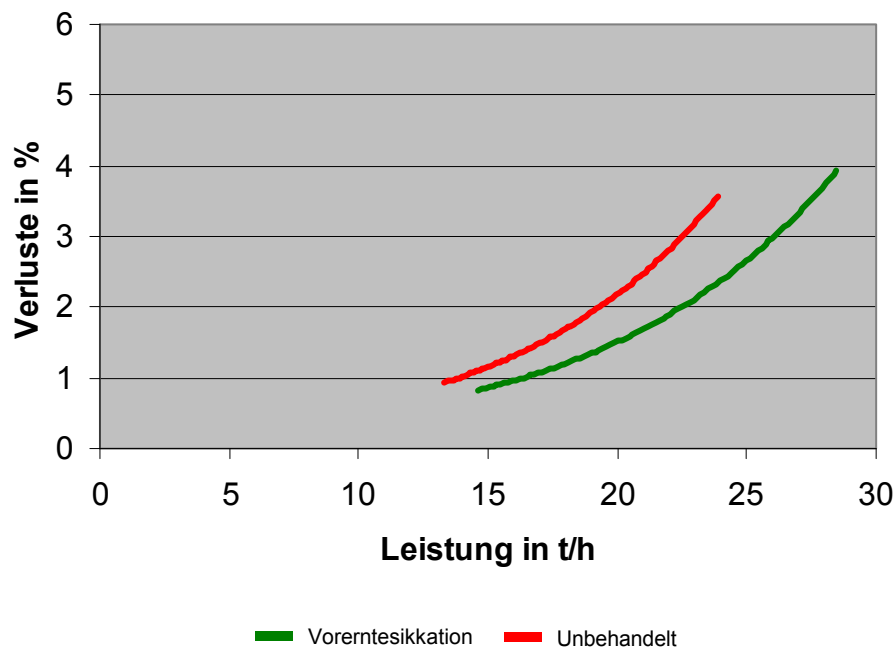


Abb. 5-15: Mähdrescherleistung und Mähdrescherverlust in behandelten und unbehandelten Parzellen (nach Feiffer 2007)

Setzt man die in der Praxis akzeptierte Verlustmarke von 1 % an, so erbrachte der Mähdrescher in der sikkerten Variante knapp 18 % Mehrleistung. Das ist ganz eindeutig auf die verbesserte Druscheignung infolge verbesserter Abreife zurückzuführen.

Grüne Stängel haben auf Höhe der Schneidwerksführung noch Wassergehalte von über 70 %. Sikkerte und abgereifte Stängel, je nach Jahr, dagegen nur noch ca. 30 – 40 % (STEMANN 2007). Der Abstand zwischen Trommel und Korb beträgt bei herkömmlichen Dreschwerken etwa 20 – 35 mm. Das heißt, jeder Stängel wird im Dreschwerk zerquetscht und gibt die Feuchtigkeit des Marks frei, die bis zu 4.000 l/ha betragen kann (FEIFFER ET AL. 2007). Durch die grünen Stängel und die erhöhte Feuchte bei ungleichmäßig abgereiftem Raps verklebt das Druschgemisch. Die Körner haften förmlich an den Strohteilen fest (Foto 5-10).



Foto 5-10: Körner kleben im Schwad, die Verluste steigen.

Die Siebe werden im Volllastbereich mit einer Gutmatte von mehr als 15 cm Schichtdicke beaufschlagt. Je feuchter das Gutgemisch ist, desto schwerer wird es die Körner abzuscheiden. Auch mit einer optimierten Mähdreschereinstellung (z. B. Siebe weiter öffnen, Wind erhöhen) ist dieses Problem kaum zu lösen. Schlimmstenfalls verschmieren die Öffnungen von Schüttler und Sieben (FEIFFER, 2006c).

Die Schüttler-/Rotor- und Reinigungsverluste steigen stark an bzw. die Mähdrescherleistung verringert sich, die sich am Verlust ausrichtet.

Ein Parameter, der ebenfalls eine Veränderung der Druscheignung widerspiegelt, ist der Kraftstoffverbrauch. Der Dieserverbrauch war in der Variante mit Vorerntesikkation um knapp 1 l/t geringer, entsprechend ca. 25 % (Abb. 5-16).

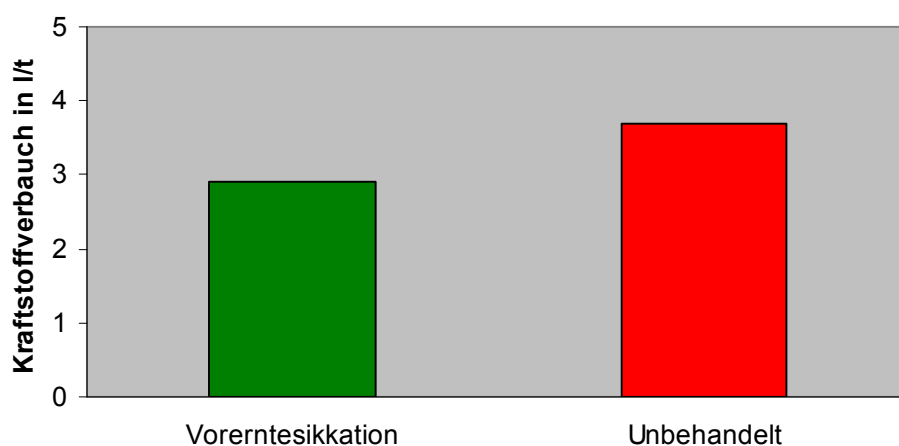


Abb. 5-16: Kraftstoffverbrauch in behandelten und unbehandelten Parzellen (nach Feiffer 2007)

Die Verbrauchsunterschiede sind tatsächlich noch größer, würde man auch die Mähdrescherleistung zugrunde legen. Denn der geringere Dieselverbrauch wurde bei gleichzeitig höherer Mähdrescherleistung erzielt.

Die Sikkation wird auch als „chemische Trocknung auf dem Halm“ bezeichnet.

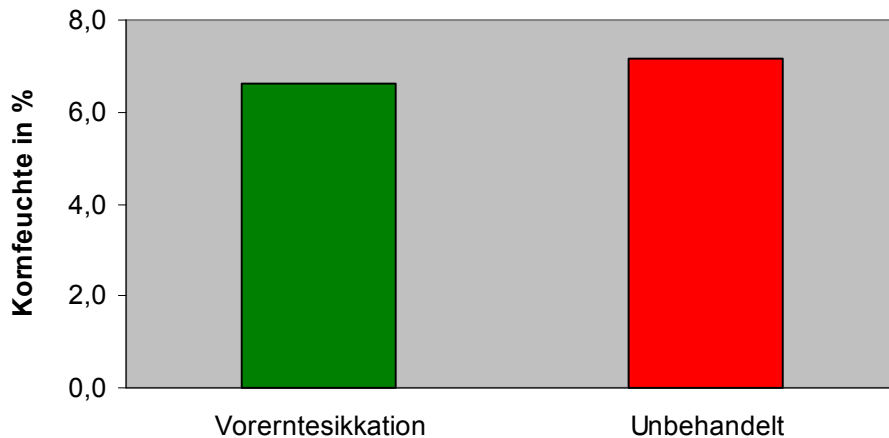


Abb. 5-17: Kornfeuchte in behandelten und unbehandelten Parzellen (nach Feiffer 2007)

Die Kornfeuchte der sikkierten Parzelle war mit etwa 0,5 % geringer im Vergleich zur unbehandelten Parzelle (Abb. 5-17). Die eher geringe Differenz ist auf die witterungsbedingte zügige Abreife infolge der Vorsommertrockenheit zurückzuführen. Das zeigt auch die Kornfeuchte der unbehandelten Parzelle, die mit 7 % weit unter dem sonst bekannten Durchschnitt lag.

Versuche der Fachhochschule Soest zeigen größere Unterschiede (Tab. 5-11).

Tab. 5-11: Einfluss der Sikkation auf die Kornfeuchte (nach Stemann 2006)

Variante	Kornfeuchte [%]
Unbehandelt	17,0
Vorerntesikkation	7,5

Die unbehandelten Parzellen konnten hier erst eine Woche später, bei immer noch höheren Kornfeuchten, beerntet werden.

Die Vorerntesikkation beeinflusst nicht den gewachsenen Ertrag, wohl aber den geernteten Ertrag, der durch die Verluste verändert wird. Die Erntemenge war in den behandelten Parzellen um 3 % höher (Abb. 5-18). Im Ölgehalt gab es keinerlei Unterschiede.

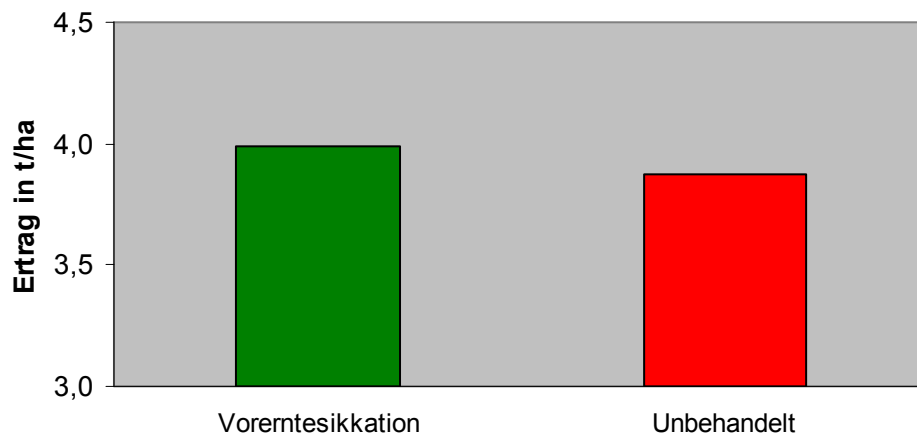


Abb. 5-18: Erntemenge in behandelten und unbehandelten Parzellen (nach Feiffer 2007)

Die Steigerung der Erntemenge hat mehrere Ursachen.

Ein Hauptgrund ist das Schotenpaket, welches eine stufenweise Abreife aufweist. Während im oberen Drittel die Schoten bereits aufplatzen können, sind die Schoten im unteren Drittel noch grün. Sie werden landläufig als „Gummischoten“ bezeichnet und verhalten sich mit ihrer Elastizität auch als solche (Foto 5-11, Abb. 5-19).



Foto 5-11: „Gummischoten“ werden im Dreschwerk nicht geöffnet

	Reife	Kornfeuchte	Schotenfeuchte
Ausfall		6 %	10 %
Reif		9 %	25 %
Gummischoten		14 %	35 %

Abb. 5-19: Abreife (nach Alpmann 2007)

Gummischoten werden vom Dreschwerk meist nicht geöffnet und passieren die Arbeitsorgane des Mähdreschers, ohne dass die Körner freigegeben werden. Würde man das Rapsstroh nicht wie gewöhnlich häckseln, sondern ins Schwad legen, kann man die unausgedroschenen Schoten in ihrem ganzen Verlustausmaß feststellen (Foto 5-12 und 5-13).



Foto 5-12: Rapsstroh im Schwad



Foto 5-13: Unausgedroschene Schoten im Schwad

Tab. 5-12: Ausdruschverluste beim Raps (nach Feiffer 2006)

Grüne „Gummischoten“ je Pflanze, die beim Drusch nicht geöffnet werden ^{*1}	Ausdruschverluste ^{*2}	
	in %	in kg/ha
5	2,5	112
10	5	225
15	7,5	338
20	10	450
30	15	675

^{*1} ca. 200 Schoten je Pflanze

^{*2} ca. 45 dt/ha Ertrag

Die Verluste durch unausgedroschene Schoten können je nach Sorte, Jahreswitterung und Abreife 0 bis 15 % ausmachen (Tab 5-12).

Des Weiteren wird die Ausfallgefahr durch die Vorerntesikkation mit Roundup vermindert und verläuft im Vergleich zur unbehandelten Variante langsamer (Abb. 5-20).

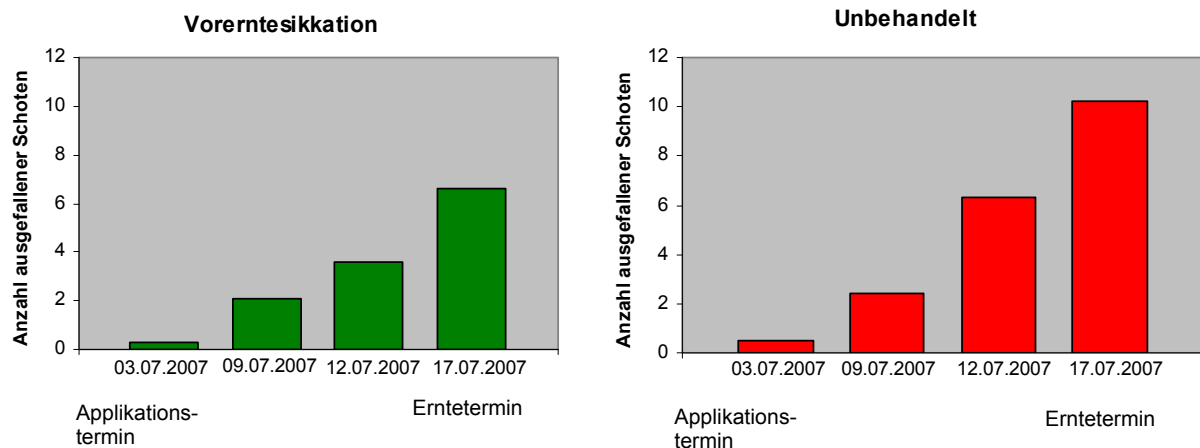


Abb. 5-20: Veränderung der Ausfallverluste vom Applikationstermin bis zum Erntetermin (nach Feiffer 2007)

Die Schoten werden etwas elastischer und halten länger zusammen. Das bremst den Ausfall im Bereich der reifsten Schoten im oberen Drittel und widersteht selbst bei Hageleinflüssen (STEMANN 2007). Dieser positive Begleitumstand ist fachlich noch ungeklärt, gibt dem Landwirt jedoch mehr Sicherheit den Erntetermin flexibel zu wählen (Foto 5-14).



Foto 5-14: Glyphosat bremst den Ausfall

Aus der Erfahrung der Vorerntesikkation in Wintergerste und Sonderkulturen besteht immer die Befürchtung der höheren Vorernteverluste. Überschreitet man z. B. bei Wintergerste den Wartezeitraum zwischen Applikation und Erntetermin, können Knickährenverluste sehr schnell ansteigen. Sonderkulturen, wie Ackerbohnen, Lupinen oder Erbsen wurden seinerzeit mit dem schnell wirkenden Mittel Reglone sikkiert. Die Schoten werden spröde und platzen bei Sonneneinstrahlung und mechanischer Bewegung sehr leicht auf. Die erzielte Druscherleichterung erkaufte man sich oft auf Kosten höherer Ausfallverluste. Dieser Nachteil verkehrt sich bei der Vorerntesikkation mit Glyphosat im Raps zum Vorteil.

Auch wenn die Wirkung des Glyphosates im Raps offenbar durchweg positive Aspekte bei der Druscheignung bringt, so ist die Ausbringung selbst mit nicht unerheblichen Schäden verbunden.

Bei der Durchfahrt, etwa 14 Tage vor dem Erntetermin, werden, auch bei selbstfahrender Hochradspritze, die Körner der reifsten Schoten im Fahrgassenbereich ausgeschlagen (Foto 5-15 und 5-16).



Foto 5-15: Ausgeschlagene Schoten in der Fahrgasse



Foto 5-16: 11,4 % Ausfallverluste in der Fahrgasse

Die Verluste der aufgeplatzten Schoten durch die mechanischen Einflüsse betrugen 11,4 %. Die „weiße Fahrgasse“ sieht zunächst dramatisch aus. Die Verluste beziehen sich jedoch nur auf diesen Bereich und relativieren sich bei entsprechenden Arbeitsbreiten der Spritztechnik mit 0,7 bis 1,5 %. Bei einer langstängeligen Sorte, wie Oase, treten naturgemäß höhere Verluste auf (Tab. 5-13).

Tab. 5-13: Verluste durch ausgeschlagene Schoten in der Fahrgasse und bezogen auf verschiedene Arbeitsbreiten (nach Feiffer 2007)

Verluste durch ausgeschlagene Schoten in %			
in der Fahrgasse	bezogen auf Arbeitsbreiten von		
	18 m	24 m	36 m
11,4	1,5	1,1	0,7

Weniger offensichtlich, aber bei näherem Hinsehen dennoch größer, sind die Schäden durch umgefahrene Pflanzen. Die Rapspflanzen bilden einen verwobenen Teppich und der Fahrer trifft die Fahrspur nicht immer korrekt. Bei der Durchfahrt werden Pflanzen umgefahren und niedergerissen. In den Bonituren betrugen die Verluste 16,6 %. Auch diese Verlustquelle relativiert sich, wenn man sie auf die gesamte Arbeitsbreite der Spritztechnik bezieht mit, 1 bis 1,8 % (Tab. 5-14).

Tab. 5-14: Verluste durch umgefahrene Pflanzen in der Fahrgasse und bezogen auf verschiedene Arbeitsbreiten (nach Feiffer 2007)

Verluste durch umgefahrene Pflanzen in %			
in der Fahrgasse	bezogen auf Arbeitsbreiten von		
	18 m	24 m	36 m
16,6	1,8	1,4	1,0

Zieht man die Verluste infolge ausgeschlagener Schoten sowie umgefahrener Pflanzen zusammen, so ergeben sich relativiert auf die Arbeitsbreiten etwa 1,7 bis 3,3 % Durchfahrverluste (Tab. 5-15).

Tab. 5-15: Verluste durch ausgeschlagene Schoten und umgefahrene Pflanzen in der Fahrgasse und bezogen auf verschiedene Arbeitsbreiten

Verluste durch ausgeschlagene Schoten und umgefahrene Pflanzen in %			
in der Fahrgasse	bezogen auf Arbeitsbreiten von		
	18 m	24 m	36 m
28	3,3	2,5	1,7

Bei sehr langstängeligen Sorten, wie im vorliegenden Versuch in der Sorte Oase mit über 1,70 m Wuchshöhe, werden im Zuge der Durchfahrt die Stängel geknickt. Erfolgt die Durchfahrt in Neigerichtung des Bestandes, sind nur einige Pflanzen davon betroffen. Erfolgt die Durchfahrt entgegen der Neigerichtung, werden viele Stängel geknickt und verbleiben in dieser Stellung (Foto 5-17 und 5-18).



Foto 5-17: Umgeknickte Stängel bei Durchfahrt entgegen der Neigerichtung des Bestandes



Foto 5-18: Umgeknickte Stängel bei Durchfahrt mit der Neigerichtung des Bestandes

Umgeknickte Stängel sind wie Lager in der Fahrgasse und bereiten bei der Aufnahme durch das Schneidwerk Probleme. Das betrifft jede zweite Fahrgasse, nämlich jene, wo die Stängel in Fahrtrichtung geknickt sind. Die Mähdrescherleistung wird dabei eingeschränkt. In der Praxis werden diese Fahrgassen, sofern sie nicht in die Fahrtrichtung passen, kurz übersprungen und dann in der anderen Richtung eingeordnet. Das unterbricht zwar mitunter den Arbeitsfluss, jedoch drischt man insgesamt zügiger und problemloser.

Eine Ausbringung mit Luftfahrzeugen würde die Durchfahrschäden vermeiden. Die höheren Kosten dieser Technologie übersteigen jedoch derzeit die mögliche Einsparung an den Durchfahrschäden.

5.2.2 Monetäre Bewertung

Anhand vorliegender Ergebnisse soll die Vorerntesikkation bewertet werden (Tab.5-16).

Tab. 5-16: Monetäre Bewertung der Vorerntesikkation

Vor-/Nachteile der Vorerntesikkation	Monetäre Bewertung €/ha		
MD-Leistung Leistungssteigerung 18 % Druschkostenreduzierung [€/ha] ^{*1}	16,20		
Kraftstoff-MD Verbrauchs Differenz 1 l/t Dieselkostenreduzierung [€/ha] ^{*2}	4,00		
Trocknung Kornfeuchtesenkung 1 % Trocknungskostenreduzierung [€/ha] ^{*3}	20,00		
Kornertrag Ertragssteigerung 3 % Mehrerlös [€/ha] ^{*4}	36,00		
Ausbringung Applikationskosten [€/ha] ^{*5}	- 30,00		
Durchfahrschäden bei Arbeitsbreiten	18 m	24 m	36 m
ausgeschlagene Schoten [€/ha] ^{*6}	- 18,00	- 13,20	- 8,40
umgefahrenere Pflanzen [€/ha] ^{*7}	- 21,50	- 16,80	- 12,00
Gesamt Vor-/Nachteile der Vorerntesikkation [€/ha]	6,70	16,20	25,80

^{*1} Druschkosten 90 €/ha

^{*2} 1 €/l Diesel / 3,99 t/ha Ertrag Vorerntesikkation

^{*3} 5 €/t/% Trocknungskosten / 3,99 t/ha Ertrag Vorerntesikkation

^{*4} 300 €/t Erlös / Ertrag Vorerntesikkation: 3,99 t/ha; Unbehandelt: 3,87 t/ha

^{*5} 20 €/ha Glyphosat / 10 €/ha Technik

^{*6} ausgeschlagene Schoten: 18 m = 1,5 %; 24 m = 1,1 %; 36 m = 0,7 % / Ertrag 3,99 t/ha

^{*7} umgefahrenere Pflanzen: 18 m = 1,8 %; 24 m = 1,4 %; 36 m = 1 % / Ertrag 3,99 t/ha

Das Versuchsjahr 2007 war kein repräsentatives Jahr. Die lang anhaltende Vorsommertrockenheit hat die sonst ausgeprägten Greeningeffekte bei Stängel und Schoten stark abgeschwächt. Das heißt, in einem Aufwuchsjahr wie 2007 würde man unter den gegebenen Reifebedingungen keine Vorerntesikkation durchführen, weil die natürliche und krankheitsbedingte Abreife durch Trockenstress weit fortgeschritten war. Trotzdem sind die Nutzeffekte mit 6 bis 25 €/ha auch in einem solch zweifelhaften Jahr gegeben.

Hinzu kommen auch hier die sogenannten weichen Faktoren, die jahres- und betriebsspezifisch eine unterschiedliche Bewertung erfahren:

- sichere Bestimmung des Erntetermins
- Nutzung des Zeitfensters zwischen Wintergerste und Winterweizen
- Entzerren von Arbeitsspitzen
- Ausfallschutz auch bei Schlechtwetterperioden
- geringer Fremdbesatz, hoher Nettoertrag

5.2.3 Zwischenfazit

Die Züchtung stellt heute potentiell hochertragreiche Sorten zur Verfügung. Die neuen Anbaumethoden der dünnen Aussaat fördern die Entwicklung von kräftigen Pflanzenstängeln und Schotenpaketen. Der Pflanzenschutz verlängert seine Applikationstermine bis in den Zeitpunkt der Vollblüte, um die Pflanzen gesund zu erhalten. Die Assimilation wird deutlich verlängert und die Abreife verzögert. Was einerseits dem Ertrag positiv entgegenkommt, führt andererseits zu einer Verschlechterung der Druscheignung. Die Pflanzen reifen nicht mehr synchron ab, sondern etagenförmig und zeitversetzt. Das betrifft insbesondere das Schotenpaket. Wenn der Ausfall der oberen, stärker belichteten Schoten beginnt, sind im unteren Bereich die schwächer belichteten Schoten noch grün. Der beginnende Ausfall wird vom Landwirt subjektiv stark überbewertet, die Ausdruschverluste der Gummischoten dagegen völlig unterschätzt. Auch unter Inkaufnahme der ersten Ausfallverluste sollten intensiv geführte Rapssorten deutlich später geerntet werden und späte Sorten sogar erst nach der Weizenernte. Das ist für die Landwirte eine ungewohnte Strategie, denn das Erntefenster zwischen Wintergerste und Winterweizen bleibt ungenutzt und man muss bei längerer Wartezeit den Anblick einer zunehmenden weißen Ausfalldecke ertragen.

Neue Erkenntnisse zeigen jedoch, dass nicht Raps die gefährdete Frucht bei längerer Standzeit ist, sondern der Weizen. Während Raps mit zunehmender Standzeit mit immer höheren Erträgen beerntet werden kann, ist der Weizen bei Ernteverspätung in der Fallzahl gefährdet. Dennoch herrscht das alte Denkmuster vor, dass der Raps als ausfallgefährdete Frucht dem Weizendrusch generell vorzuziehen ist. Hier wird ein Umbau der Erntestrategien erfolgen müssen, um die neuen Rapssorten in Verbindung mit modernen Anbau- und Behandlungsmethoden auch zu den möglichen Erträgen zu führen. Die Vorerntesikkation kann dabei ein zwischenzeitliches Hilfsmittel sein, um den Rapsdrusch aus der Weizenarbeitsspitze heraus und zwar nach vorn, in das freie Erntefenster, zu verlegen und dennoch ohne Ertragsverluste und zugleich mit besseren Druscheigenschaften, also höheren Mähdreschleistungen, zu ernten.

Bisher wird die Vorerntesikkation nur bei Problembeständen mit stark verunkrauteten oder zweiwüchsig abreifendem Raps als probates Mittel angesehen.

Angesichts des Auseinanderdriftens der Reife und der damit verbundenen Ertragseinbußen bei zu frühem Erntetermin kann die Vorerntesikkation auch als Ernte- und Reifebeschleuniger eine höhere Akzeptanz erfahren. Die Nutzeffekte sind nicht von der Hand zu weisen. Auch wenn die Durchfahrtschäden zunächst drastisch aussehen und innerhalb der Fahrgasse ca. 30 % ausmachen, relativieren sie sich auf der gesamten Arbeitsbreite von beispielsweise 24 m auf 2,5 %. Man kann davon ausgehen, dass dieser Anteil von den geringen Ausdruschverlusten der Gummischoten wett gemacht wird. Hinzu kommt die Druscherleichterung, die geringe Kornfeuchte und die geringen Schüttler-/ Rotor- und Reinigungsverluste und die höhere Erntesicherheit durch Nutzung der freien Erntefenster.

Wie bei jedem neuen Verfahren, wo Verluste einkalkuliert werden müssen, um letztlich größere Vorteile zu erzielen, tut man sich bei der Umsetzung schwer. Vergleichbar ist dies momentan mit der Blütenspritzung. Wurde sie noch vor drei Jahren nur in Ausnahmefällen nach Befallsdruck vorgenommen, wird sie mehr und mehr zum Standard, trotz offensichtlicher Durchfahrtschäden.

Diese Akzeptanz ist der Vorerntesikkation in diesem Maße nicht zuzutrauen. Dennoch wird sie mehr Beachtung finden:

- je größer die Reifeunterschiede im Raps sind
- je größer die Arbeitsspitze Raps/Weizen ist
- je größer die Arbeitsbreite der Spritztechnik ist
- wenn eine Hochradspritze vorhanden ist

- wenn die Rapspreise steigen.

Neben der Verbesserung der Druscheignung mit all ihren möglichen Vorteilen, kann insbesondere die gezielte Steuerung des Erntetermins durch die Vorerntesikkation für den Landwirt von größerem Interesse werden. Die Ernte wird planmäßiger und wertvolle Erntefenster nutzbar. Die Vorerntesikkation gereicht dadurch nicht nur dem Raps zum Vorteil, sondern erstreckt sich zusätzlich auch auf die Folgefrüchte wie Weizen u.a. Sie konkurrieren nicht mehr so stark mit dem Raps um die Erntestunden.

Letztlich muss man erkennen, dass Züchtung, Anbau, Pflanzenschutz und Erntestrategie nicht mehr losgelöst von einander betrachtet und optimiert werden können, sondern stets in ihren wechselseitigen Einflüssen aufeinander. Ansonsten drohen gute und mit hohem Aufwand erbrachte Effekte (hohes Ertragspotential, gestärkt durch Bestandesführung und Pflanzenschutz) letztlich aufgezehrt zu werden (hohe Verluste zur Ernte, Arbeitsspitzen u.a.)

Die Vorerntesikkation kann eine Maßnahme mit regulierender Wirkung sein. Die intuitiven Vorbehalte der Landwirte gegenüber chemischen Behandlungsmaßnahmen, die nicht dem direkten Ziel der Gesunderhaltung und Ertragssteigerung dienen, sind diffus aber groß, weil eine Technikfolgeabschätzung oft nicht lückenlos und langfristig getätigt werden kann und sich aus dem aktuellen Wissensstand begründet. Bei der Applikation von Glyphosat sind in den 30 Jahren der Anwendung noch keine schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Tier als gesichert bekannt. Generell sollte jedoch ein chemischer Einsatz so sparsam wie möglich erfolgen, zumal man auf andere Strategien zurückgreifen kann (Sortenwahl, variable Schneidwerke u.a.)

5.3 Pflanzenbaulicher Ansatz – Differenzierte Stickstoffdüngung

Stickstoff hat eine elementare Bedeutung für die Pflanzenernährung. So schrieb Philipp Carl Sprengel 1828: „Es gibt wohl wenige Körper, die das Wachstum der Pflanzen in so erstaunlicher Weise befördern, als die Verbindung des Ammoniaks mit einigen Säuren“ (BARTEL 2008).

Wie der Luftstickstoff gebunden in den Boden gebracht werden kann, war deshalb um 1900 eines der wichtigsten Probleme der Landwirtschaft und der Chemie. Die schnell wachsende Bevölkerung benötigte dringend höhere Erträge. Organische Düngemittel, wie Stallmist, reichten nicht mehr aus die Bodenfruchtbarkeit zu steigern.

Vor 100 Jahren erhielt der Chemiker und spätere Nobelpreisträger Fritz Haber ein Patent auf sein Verfahren zur Ammoniaksynthese. Das revolutionierte die Kunstdüngerherstellung.

Bis in die 50er Jahre wurde der Mineralstickstoff per Hand auf den Feldern verteilt. Hier kann man durchaus schon von einer differenzierten Stickstoffausbringung sprechen, denn die optisch vom Mittelwert abweichenden Parzellen eines Schläges wurden anders gedüngt (LASSEN 2004). Die Verteilgenauigkeit bei der manuellen Wurfmethode war jedoch sehr unzureichend. Die später eingesetzte mechanische Düngetechnik hatte dann zwar die erwünschte Verteilgenauigkeit, aber die differenzierte Ausbringung zum großen Teil wieder eingebüßt, weil die Ökonomie der Technikentwicklung die Zusammenlegung vieler kleiner Parzellen zu heterogenen großen Schlägen erforderte. Von den Mitarbeitern bzw. Lohnunternehmern, die diese Düngetechnik bedienen, konnte die differenzierte Ausbringung, die auf den Kenntnissen von Boden und Pflanze basiert, nicht mehr in dem Maße erwartet werden (HANNUSCH 2000). Es wurde und wird eine mehr oder weniger konstante Düngermenge ausgebracht, wobei die inhomogenen Teilparzellen mit ihrem jeweiligen Stickstoffnachlieferungsvermögen keine Beachtung finden. Die Heterogenität im Ertragspotential eines Schläges nahm mit Unterschieden von 30 bis über 100 dt/ha zu (siehe Kapitel 2.4.3. Erkenntnisstand – Beeinflussbarkeit durch Pflanzenernährung). Das hat gravierende Auswirkungen auf die Druscheignung. Genauso wie auf kleinräumigen Teilflächen die Erträge eines Bestandes schwanken, genauso unterschiedlich ist auch deren Druscheignung (Abb. 5-21).

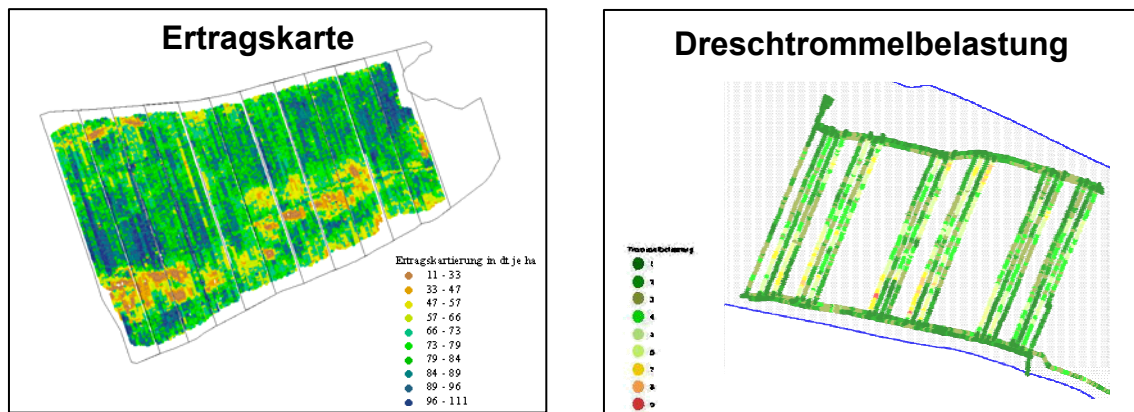


Abb. 5-21: Sichtbarmachung der Homogenität eines Bestandes zur Ernte

Da der Versorgungsgrad mit Stickstoff ganz entscheidend auf die Bestockung der Pflanzen und deren weiteren Vegetationsverlauf Einfluss nimmt, wirken sich unterschiedliche Ernährungszustände auf die Entwicklung der Biomasse sehr stark aus. Biomasse und Abreifeverhalten stehen wiederum in engem Wechselverhältnis. Teilflächen mit größerer Biomasse benötigen für die Abreife eine längere Zeit als Teilflächen mit geringerer Biomasse. Hinzu kommt, dass die ungleich stark entwickelte Biomasse von der Sonne mit unterschiedlicher Intensität durchstrahlt wird und die Zermürbungsprozesse über die Witterung den heterogen Abreifeverlauf eines Gesamtbestandes noch verstärken. Innerhalb eines Schlages liegen demnach verschiedene Abreifezustände direkt nebeneinander vor. Das heißt, Teilflächen mit bereits überreifem Stroh und Korn wechseln mit Teilflächen mit druschreifem Stroh und Korn, neben Teilflächen mit noch grünem Stroh und gerade erst abgereiften Körnern (Abb. 5-22).

All diese Teilflächen würden einen anderen optimalen Erntetermin fordern (FEIFFER 2006b).

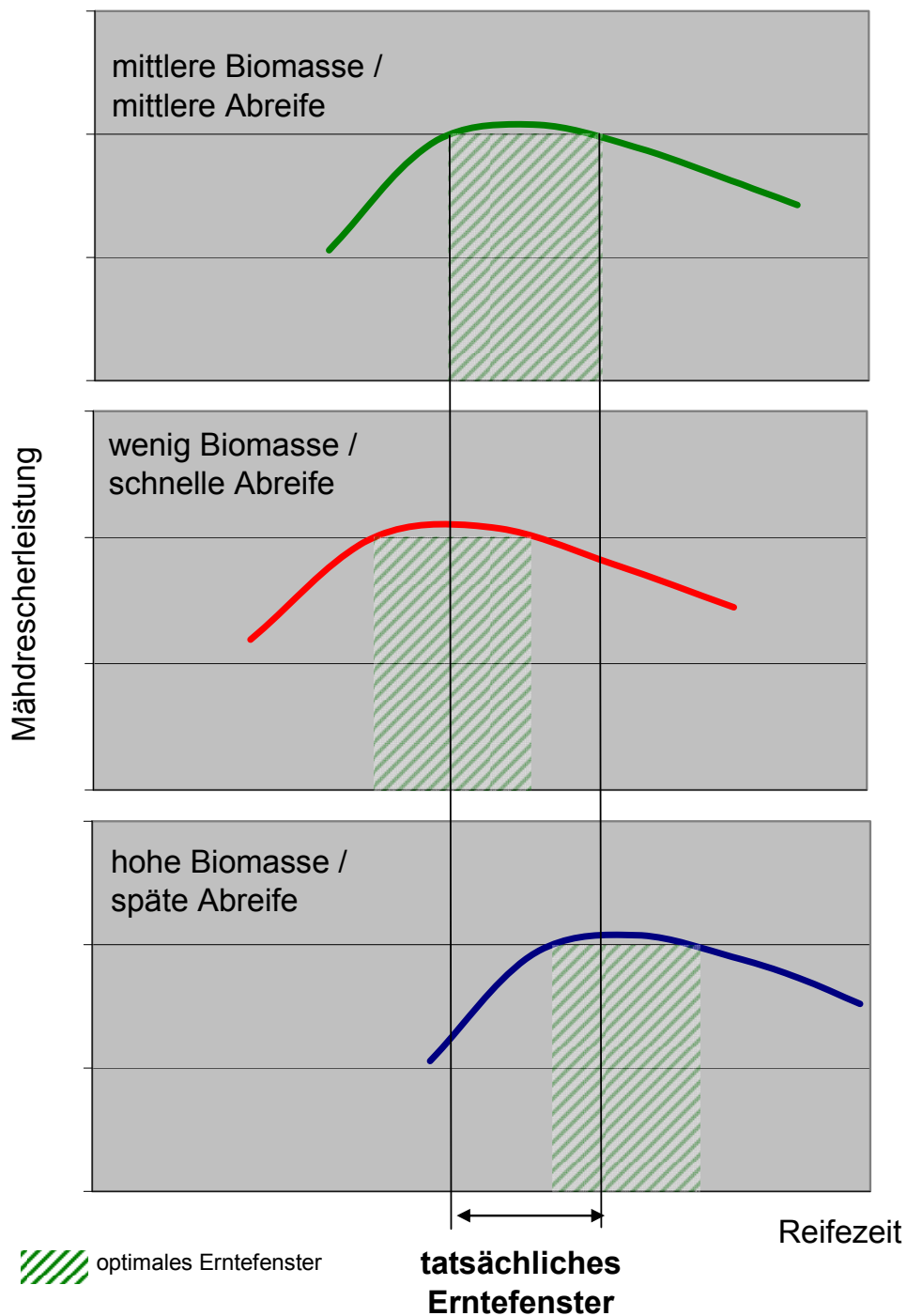


Abb. 5-22: Heterogene Bestände haben keinen optimalen Erntetermin

Im Mähdrusch kann man jedoch mit der Wahl des Erntetermins auf diese kleinräumige Heterogenität keine Rücksicht nehmen. Im Kapitel 2.4.2 „Beeinflussbarkeit durch Züchtung“ wurde festgestellt, dass der Ertrag, wie auch die Mähdrescherleistung, im optimalen Erntefenster am höchsten sind. Beide Kriterien können nicht ausgeschöpft

werden, wenn die Erntefenster derart heterogen über den Schlag verteilt sind. Damit entgeht Ertrag und Druschleistung.

Mit der zivilen Nutzung von (D)GPS sowie mit der Entwicklung von Echtzeitsensoren wurde eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung möglich (ISENSEE 2003). Die kleinräumigen, standörtlichen Verhältnisse eines großen Schlages können nun differenziert berücksichtigt und der Stickstoff am Ernährungszustand der Pflanzen variabel angepasst werden. Somit wird eine teilweise Homogenisierung der Abreife erzielt (siehe Kapitel 2.4.3 Erkenntnisstand – Beeinflussbarkeit durch Pflanzenernährung).

Eine teilflächenspezifische Ernte ist dagegen nur eingeschränkt möglich. So kann man heute mit Echtzeitsensoren die Belastung mit Erntegut im Mähdrescher messen und über die Steuerung der Fahrgeschwindigkeit die Unterschiede im Biomasseaufwuchs ausgleichen. Auch eine Anpassung der Mähdreschereinstellung entsprechend kleinräumigen Biomasseunterschieden ist theoretisch schon möglich (FEIFFER ET AL. 1991, FEIFFER 2006). Dabei wird aus der aufgezeichneten Entwicklung der Biomasse, die sich bei den Düngeüberfahrten ergeben, eine selbstlernende Mähdreschereinstellkarte generiert. Der Mähdrescher „weiß“ quasi schon im Vorfeld was auf ihn zukommt und stellt sich automatisch darauf ein.

Neuartige Echtzeitsensoren erlauben die Produktqualität von Getreide während des Drusches zu bestimmen (RECKLEBEN 2003).

Zukünftig wird es möglich sein, Getreidepartien mit unterschiedlichen Rohproteingehalten in separaten Kornbunkern zu trennen (RISIUS ET AL. 2008).

Zurzeit erfolgt jedoch die Steuerung des Mähdreschers hinsichtlich der Bestandesverhältnisse größtenteils nach Auge und Gehör, wobei nur auf grobe Unterschiede reagiert werden kann.

Die differenzierte N-Düngung führt zwar zu einer Homogenisierung, nicht aber zu einer Egalisierung der Wachstumsprozesse. Das heißt, innerhalb eines Schlages werden bessere Standorte stets mehr Biomasse produzieren als schlechtere Standorte. Die teilflächenspezifische Stickstoffausbringung kann lediglich ein Überdüngen bzw. Underdüngen dieser Standorte verhindern und somit die extremen Unterschiede im Wachstum ausgleichen. Die Druscheignung wird dadurch sehr befördert, kann jedoch nicht völlig harmonisiert werden. Für diese verbleibenden Inhomogenitäten müssen

dann die technischen Steuerungsmechanismen im Mähdrescher greifen. Die teilflächenspezifische Stickstoffausbringung hat ihr eigentliches Ziel in der Ertrags- und Qualitätsoptimierung bei effizientem Düngereinsatz, der das Oberflächen- und Grundwasser vor zu hohem N-Eintrag schützt. Sie liefert zugleich die Plattform für eine verbesserte Druscheignung als willkommenen Synergieeffekt (FEIFFER 2004b).

5.3.1 Ergebnisse und Diskussionen

5.3.1.1 Ergebnisse

Innerhalb von zwei Versuchsjahren wurden auf vier Standorten die Auswirkungen der differenzierten Stickstoffdüngung auf die Druscheignung getestet. Die Applikation des Stickstoffs erfolgte mit dem YARA N-Sensor, der marktfähig und in der Praxis am weitesten verbreitet war (Kap. 2.4.3).

Die druschtechnischen Daten der verschiedenen Versuchsjahre befinden sich in der Anlage (Anhang 41 bis Anhang 48) und die Boniturdaten in der Anlage (Anhang 49 bis Anhang 54)

5.3.1.2 Diskussion der Ergebnisse

In beiden Versuchsjahren ist eine deutliche Erhöhung der Mähdrescherleistung eingetreten. Bei einer Verlustmarke von 1 % betrug die Leistungssteigerung im Jahre 2002 ca. 18 % und im Jahre 2004 ca. 23 % (Abb. 5-23 und 5-24).

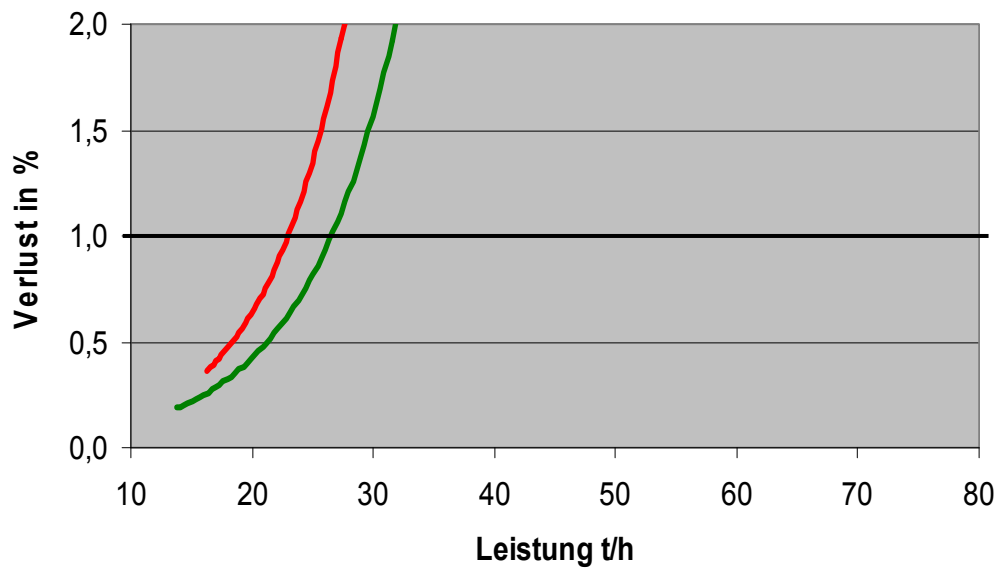


Abb. 5-23: Leistung und Verlust bei konstanter und variabler Düngung mit Schüttlermähdrescher / Aschara und Wagun 2002 (nach Feiffer 2002)

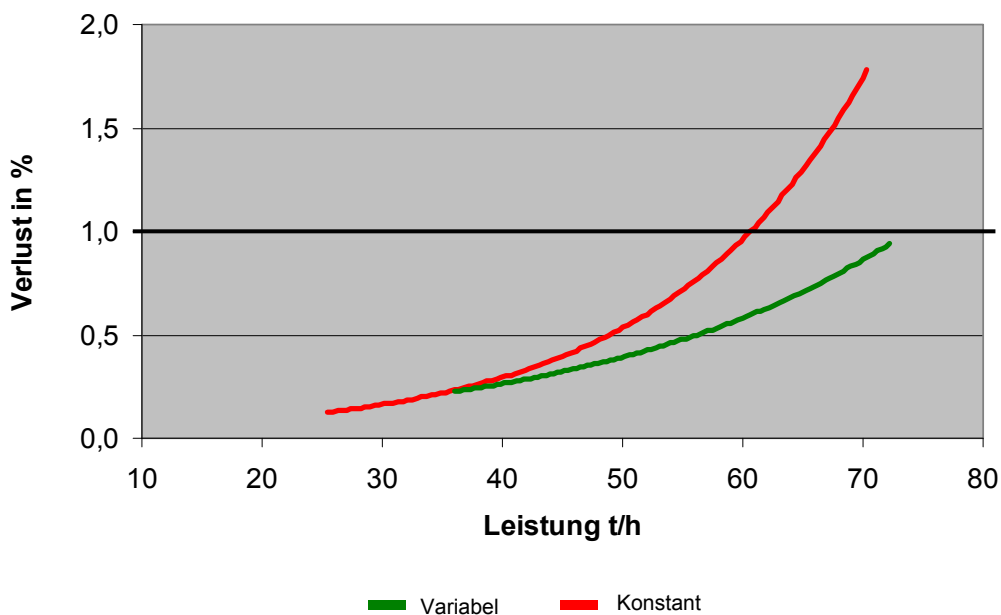


Abb. 5-24: Leistung und Verlust bei konstanter und variabler Düngung mit Axialmähdrescher / Görmin und Fahrenwalde 2004 (nach Feiffer 2004)

Die Unterschiede im Kurvenverlauf zwischen den beiden Jahren sind weniger bedingt durch die Bestandesverhältnisse als vielmehr durch das Druschkonzept. Wie im Kapitel 2.4.5 dargestellt, ist der Verlustverlauf bei Axialmähdreschern flacher als bei

Schüttlermähdreschern. Dennoch bleiben die Differenzen zwischen den beiden Düngevarianten bestehen.

Bei einer konstanten Düngung, bei der Kleinflächen eines Schläges permanent über- oder unterversorgt werden, verstärkt sich die Differenziertheit in der Biomasseentwicklung und Abreife. Da der Erntetermin nicht variabel an die unterschiedlichen Reifezustände angepasst werden kann, sind die Arbeitsorgane des Mähdreschers stets über- bzw. unterlastet. Während man die groben Unterschiede in Aufwuchs und Abreife bis zur Grünreife noch erkennen kann, sind sie zum Zeitpunkt der Erntereife verwischt. Der Mähdrescherfahrer kann darauf nicht mehr mit einer angepassten Fahrgeschwindigkeit reagieren, um den Mähdrescher gleichmäßig zu beaufschlagen (FEIFFER ET.AL 2007).

Bei Teilflächen mit mehr Biomasse und noch nicht so weit fortgeschrittener Abreife wird das Dreschwerk höher belastet. Die Dreschtrommel tourt ab, sie drischt nicht mehr so intensiv und die Abscheidung der Körner am Dreschkorb verringert sich. Körner, die den Dreschkorb nicht passieren, werden zu den Schüttlern/Rotoren befördert und müssen dort zusätzlich abgeschieden werden. Tourt die Dreschtrommel ab, arbeiten auch die starr zugeordneten Schüttler, Rotoren und Siebe mit verminderter Intensität. Die Verluste steigen an. Der Mähdrescherfahrer richtet seine Fahrgeschwindigkeit am belastungsintensivsten Punkt aus. Er hört das „Knurren“ des Dreschwerks, er sieht den Drehzahlabfall am Monitor und den Verlustanstieg. Um den Mähdrescher nicht in diesen Belastungsbereich hinein zu führen wird langsamer gefahren (FEIFFER 2004a). Bei variabel gedüngten Schlägen sind diese extremen Spitzen gekappt und der Bestand ist insgesamt ausgeglichener (Abb. 5-25).

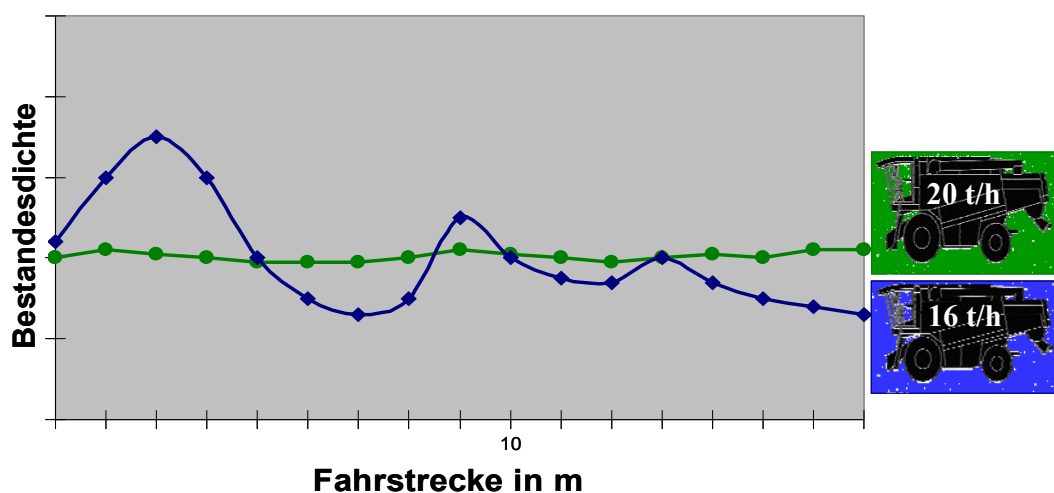


Abb. 5-25: Heterogene Bestandesdichten führen zum Leistungsabfall des Mähdreschers (nach Feiffer 2002)

Die Leistungsunterschiede werden umso deutlicher, desto größer die Heterogenität des Bodens und je schwieriger der Witterungsverlauf bis zur Ernte ist, der die Unterschiede in der Abreife verstärkt.

Die differenzierte Stickstoffdüngung wirkt einerseits großräumig homogenisierend, indem die extremen Bestandesunterschiede innerhalb eines Schläges ausgeglichen werden. Sie wirkt andererseits auch sehr kleinsträumig, weil die optimale Düngermenge den Aufwuchs und die Reife selbst innerhalb eines Quadratmeters harmonisiert. Das zeigen die Bonituren von Ährenzahl und Ährenhöhe. Variabel gedüngte Parzellen haben eine höhere Anzahl Ähren je laufenden Meter (Tab. 5-17).

Tab. 5-17: Ährenzahl je laufender Meter in konstant bzw. N-Sensor variabel gedüngten Parzellen

Standort	Jahr	Sorte	Ähren / lfd. m	
			Variabel	Konstant
Görmin	2004	Ritmo	87,38	86,48
Fahrenwalde	2004	Tommi	68,50	65,60
Fahrenwalde	2004	Hybnos	68,25	62,50
Mittelwert			74,71	71,53

Die Homogenisierung auf engstem Raum bezieht sich weniger auf die Ährenzahl als vielmehr auf deren geringeren Schwankungsbereich (Abb. 5-26 bis 5-28).

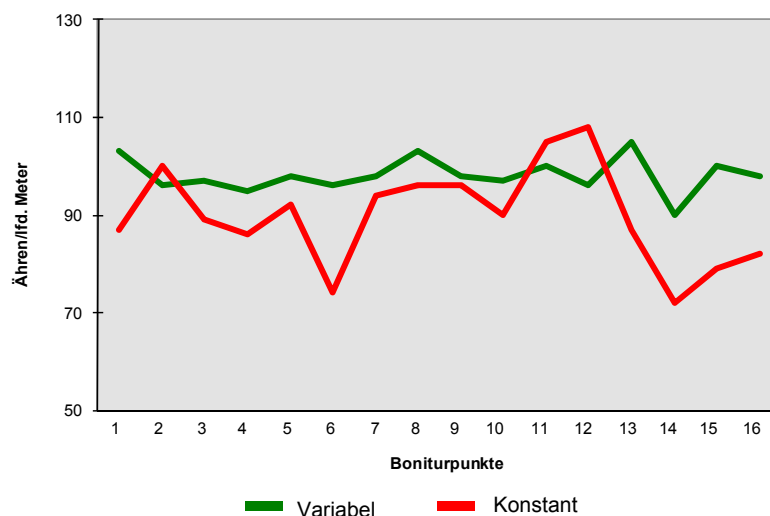


Abb. 5-26: Anzahl und Schwankungsbereich der Ähren/lfd. Meter in Görmin 2004 (nach Feiffer 2004)

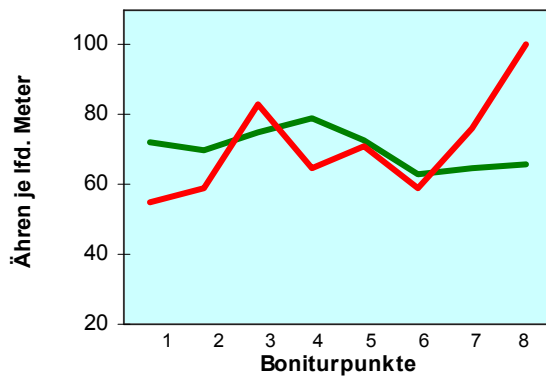


Abb. 5-27: Anzahl und Schwankungsbereich der Ähren/lfd. Meter in Fahrenwalde, Sorte Tommi
(nach Feiffer 2004)

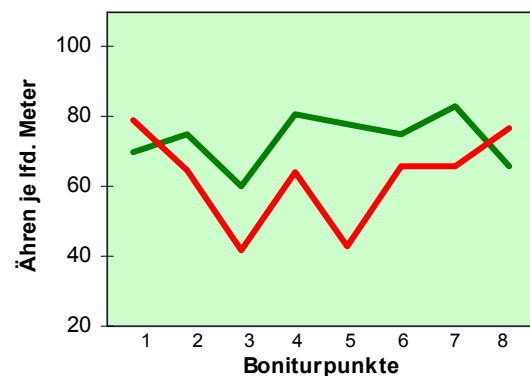


Abb. 5-28: Anzahl und Schwankungsbereich der Ähren/lfd. Meter in Fahrenwalde, Sorte Hybnos
(nach Feiffer 2004)

Bei variabel gedüngten Parzellen ist der Schwankungsbereich der Ährenzahl sehr viel geringer. Das heißt, auch die kleinräumige Abreife innerhalb eines Quadratmeters verläuft einheitlicher. Konstant gedüngte Parzellen weisen dagegen durch den „unruhigen“ Verlauf auch ein „unruhiges“ Abreifeverhalten auf. Unreife, reife und überreife Zustände folgen unmittelbar aufeinander. Während man auf großräumige Reifeunterschiede, z. B. feuchte Senken, trockene Köpfe u.a., mit der Mähdreschereinstellung reagieren kann, entziehen sich die kleinräumigen Abreifeunterschiede jeglichen Optimierungsmöglichkeiten durch Fahrgeschwindigkeit und Mähdreschereinstellung (Abb. 5-29).

Reife und Mähdreschereinstellung	
geringe Biomasse / frühe Abreife	→ schonende Dreschwerkseinstellung
mittlere Biomasse / mittlere Abreife	→ mittlere Dreschwerkseinstellung
hohe Biomasse / späte Abreife	→ scharfe Dreschwerkseinstellung

Abb. 5-29: Heterogene Bestände können nicht einstelloptimiert beerntet werden

Es bleibt nur eine durchschnittliche Mähdreschereinstellung, die am fehlerfreundlichsten ist und damit Leistungsmaximierung des Mähdreschers ausschließt.

Mit der Bonitur zur Wuchshöhe der Ähren konnte erstmals ein Phänomen der variablen Düngung mit dem N-Sensor ausgewiesen werden. Von Belang ist dabei nicht die durchschnittliche Wuchshöhe eines Bestandes an sich, sondern auf welcher Höhe die Einzelähren verteilt sind. In der variablen Düngervariante sind die Ähren in ihrer Mehrzahl in der oberen Etage angeordnet. In der konstanten Düngervariante befinden sich die Ähren dagegen in vielen Etagen (Abb. 5-30 und 5-31).

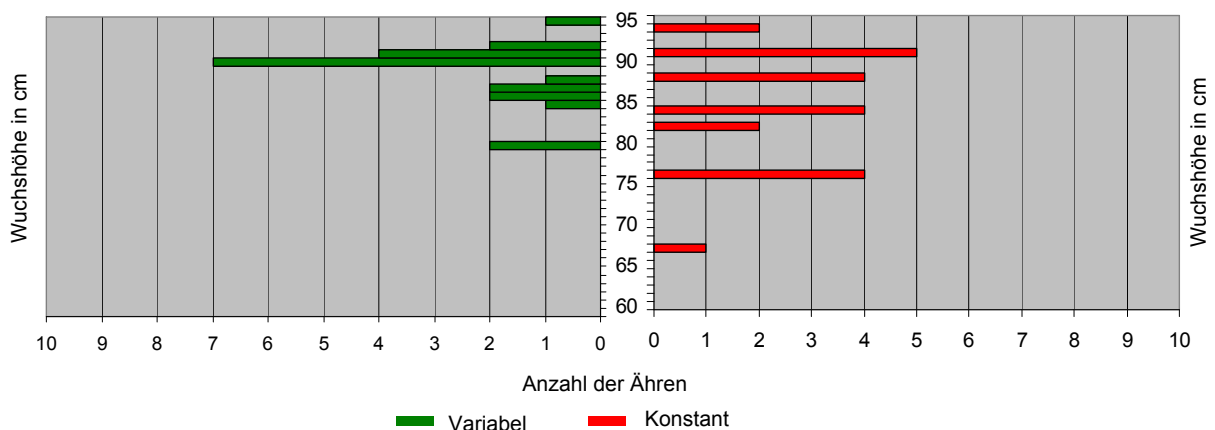


Abb. 5-30 : Wuchshöhenverteilung von 22 Ähren in der Sorte Tommi, Fahrenwalde 2004

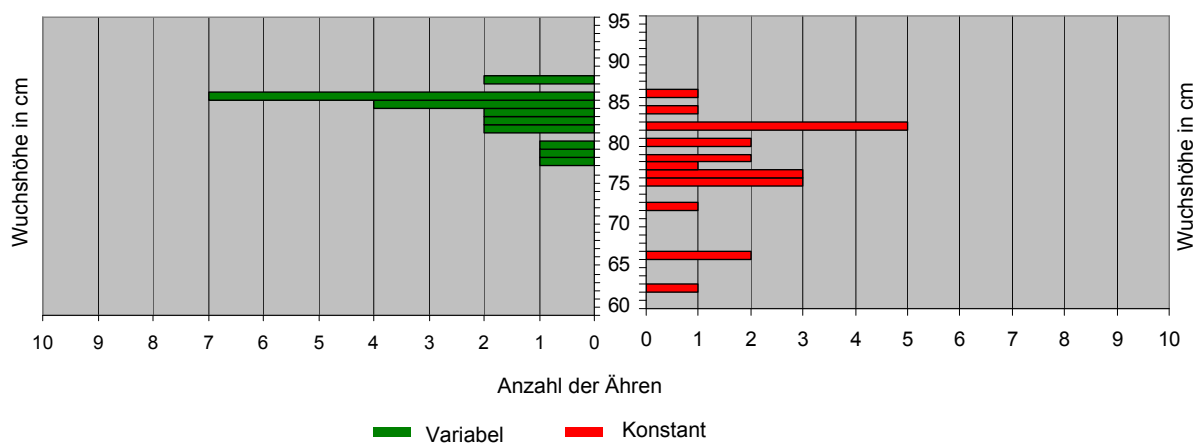


Abb 5-31: Wuchshöhenverteilung von 22 Ähren in der Sorte Hybnos, Fahrenwalde 2004

In einem normalen Bestand schwankt die Ährenzahl zwischen 400 bis 1.000 Ähren/m². Bei diesen dichten Beständen gibt es natürlicherweise auch viele Nebentriebe bzw.

Ähren unterer Ordnung. Bei differenzierter Düngung wird die Ährendichte homogenisiert und die Ähren unterer Ordnung werden reduziert.

Wie geschieht das?

Nach dem Winter haben gut versorgte Pflanzen beispielsweise 7 starke Triebe und schlecht versorgte Pflanzen nur 3 starke Triebe. Mit der zweiten variablen Düngergabe erhalten gut versorgte Pflanzen gerade so viel Stickstoff, dass sie sich von einigen starken Trieben trennen müssen und statt 7 nur noch 4 dominante Triebe ernähren können. Zu diesem Zeitpunkt sind noch im Überfluss angelegte Nebentriebe vorhanden. Die schlecht versorgten Pflanzen erhalten dagegen mehr Stickstoff und werden angeregt, zumindest die kräftigen 3 wenn nicht 4 Triebe zu stärken. Die schwachen Nebentriebe haben hier schon keine Chance mehr, weil sie von der Pflanze wegen Nahrungskonkurrenz reduziert werden. Das führt im ersten Schritt zu einer einheitlichen Ährendichte.

Die dritte variable Düngergabe wird bei den gut versorgten Pflanzen so bemessen, dass die Dominanz der verbliebenen Triebe gefestigt wird, ohne die schwächeren Triebe weiter zu fördern. Die Nebentriebe werden reduziert, noch bevor sie selbst Ährenanlagen ausbilden, so dass Assimilate und Nährstoffe den Haupttrieben zur Verfügung stehen. Die schlecht versorgten Pflanzen bekommen wiederum mehr Stickstoff, um die 4 Triebe weiterhin gut zu ernähren, während die Nebentriebe längst reduziert sind.

Die geteilte Düngergabe führt im zweiten Schritt zu einer Reduzierung der Ähren unterer Ordnung (Abb. 5-32). Das hat erhebliche Folgen für die kleinräumige Abreife und die daraus resultierende Druscheignung (FEIFFER 2006a).

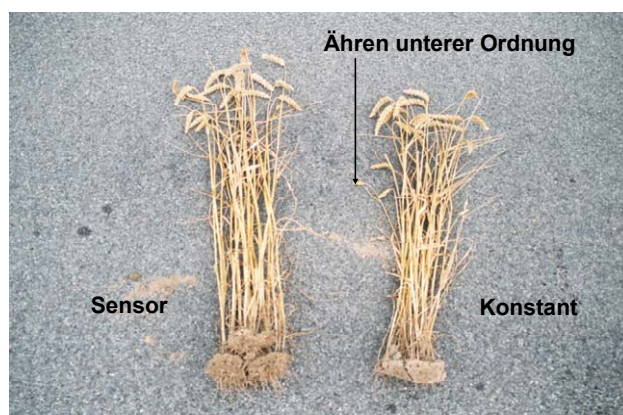


Abb. 5-32: Unterschiedliche Bestandesstruktur von Winterweizen nach Konstanter und Variabler N-Düngung.

Der Erntetermin kann kompromissloser fixiert werden; man muss nicht die Nachreife der Ähren unterer Ordnung abwarten, währenddessen eine Anzahl von Ähren bereits überreif wird. Die reifefördernden Zermürbungsprozesse durch die Witterung und der Abtrocknungsverlauf gehen wesentlich schneller und einheitlicher von statten (Abb. 5-33).

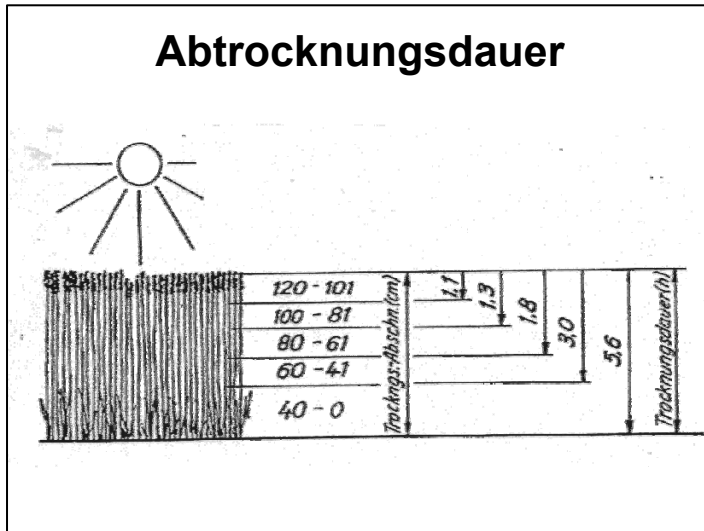


Abb. 5-33: Abtrocknungsdauer der verschiedenen Wuchsetagen eines Getreidebestandes (nach Feiffer, P.)

Die zur Verfügung stehende Gesamterntezeit verlängert sich und der Bestand ist insgesamt trockener. Das ist interessant für Betriebe, deren Mähdrescherkapazität knapp bemessen ist. Sie können sich Zeitvorteile durch ein erweitertes Druschfenster verschaffen (Abb. 5-34).

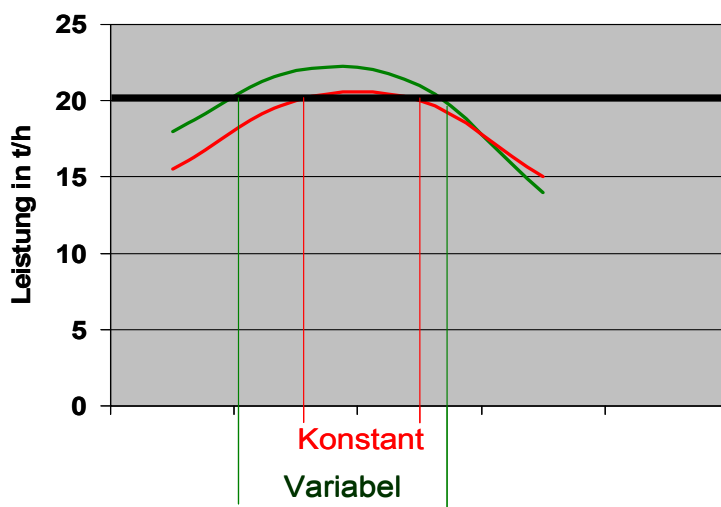


Abb. 5-34: Erntezeitverlängerung durch homogene Abreife

Im Mähdrescher müssen weniger Ähren unterer Ordnung verarbeitet werden, die in der Regel noch zäher und feuchter sind und die Druschleistung mindern.

Am Beispiel der Sorte Hybnos am Versuchsstandort Fahrenwalde wird das besonders deutlich (Abb. 5-35).

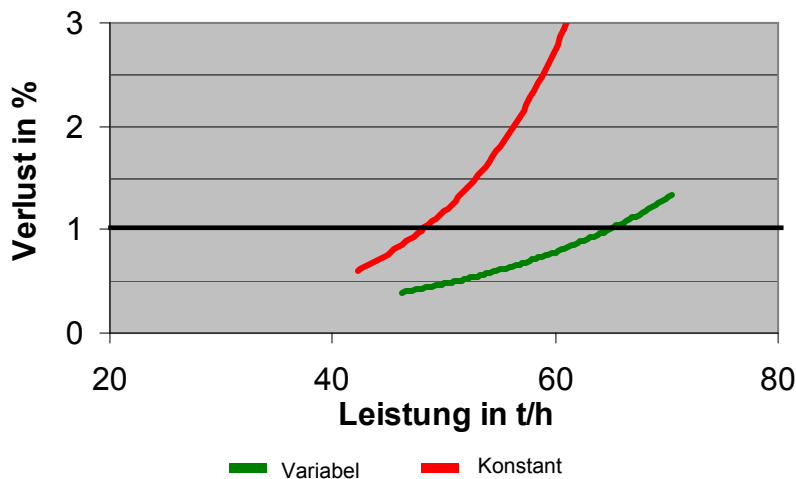


Abb. 5-35: Mähdrescherleistung und -Verlust in der Sorte Hybnos, Fahrenwalde 2004

Rein optisch gab es zwischen den variabel und konstant gedüngten Parzellen keine Unterschiede, so dass die drastischen Differenzen in der Mähdrescherleistung nicht auf Lager oder andere Boniturmerkmale zurückzuführen sind. Nach dem heutigen Stand der Forschung werden die gleichmäßige Anzahl der Ähren und deren Wuchshöhe als Hauptkriterium für eine höhere Mähdrescherleistung angesehen.

Die variable Stickstoffdüngung gleicht großräumige Unterschiede in der Biomasse aus und führt zugleich zu einer kleinsträumigen homogenen Abreife. Darüber hinaus wird die Druscheignung befördert, indem Lager weitestgehend vermieden wird.

Bei der konstanten Düngung erhalten Teilflächen mit gutem Stickstoffnachlieferungsvermögen während der Schoßphase ein Überangebot an Stickstoff. Das führt zu schnellem Wachstum mit langgestreckten Internodien und schwammigem Stützgewebe. Die Gefahr des Lagerns ist hoch. Eine teilflächenspezifische Stickstoffanpassung an die aktuelle Pflanzenernährung kann Lager sehr wirksam verringern. Man spricht der differenzierten Stickstoffdüngung dabei ein größeres Potential zu als den Halmstabilisatoren. Das zeigt ein Versuch aus dem

Jahr 2004 in Methau, wobei nicht nur der Stickstoff, sondern auch die Menge an Wachstumsreglern differenziert wurde (Tab. 5-18).

Tab. 5-18: Versuchsergebnisse einer kombinierten N-Düngung mit Wachstumsreglern (nach AgriCon 2004)

Stickstoff-Düngung	Wachstums-regler	Lager-anteil	Versuchs-Flächen (ha)	Ertrag (dt/ha)	mittl. Spritz-mittelaufwand (l/ha)	mittl. N-Aufwand (kg N/ha)
konstant	konstant	29 %	19,26	99,2	150	150
variabel	konstant	5 %	13,78	101,3	150	128
konstant	variabel	32 %	21,09	100,7	147	150
variabel	variabel	3 %	16,59	102,7	145	124

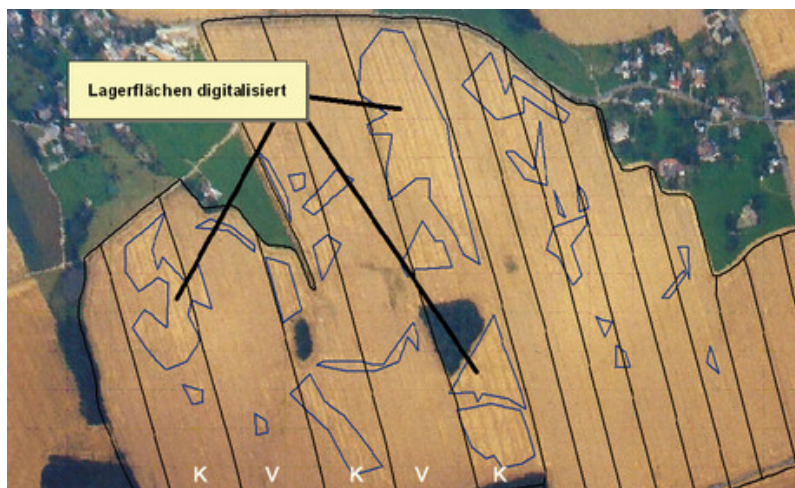


Abb. 5-36: Digitalisierte Lagerzonen in Methau 2004 (nach AgriCon)

Im Luftbild sind die Lagerzonen digitalisiert (Abb. 5-36).

Durch die variable Düngung konnte der Anteil der Lagerflächen von 29 bis 32 % auf 3 bis 5 % verringert werden.

Eigene Untersuchungen bestätigen die Lagervermeidung.

Im Jahr 2004 wurde in Görmin Lager bonitiert (Abb. 5-37).

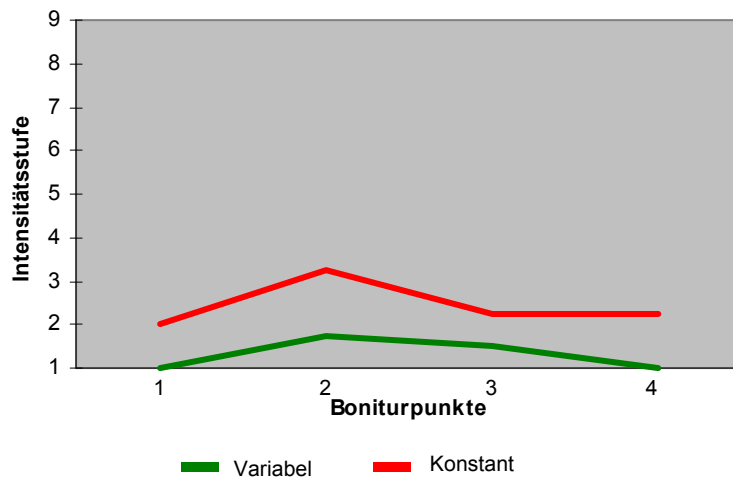


Abb. 5-37: Mittelwerte der Lagerbonitur in Görmin 2004 (nach Feiffer 2004)

Während die variabel gedüngten Parzellen kein bzw. sehr geringes Lager aufwiesen, war in den konstant gedüngten Parzellen leichtes bis mittleres Lager zu verzeichnen. Größere Unterschiede gab es am Versuchsstandort Fahrenwalde in der Sorte Tommi (Abb. 5-38).



Abb. 5-38: Unterschiede im Lageranteil bei konstant und variabel gedüngten Parzellen in der Sorte Tommi, Fahrenwalde 2004

Lager schränkt die Druscheignung eines Bestandes ganz erheblich ein (Abb. 5-39).

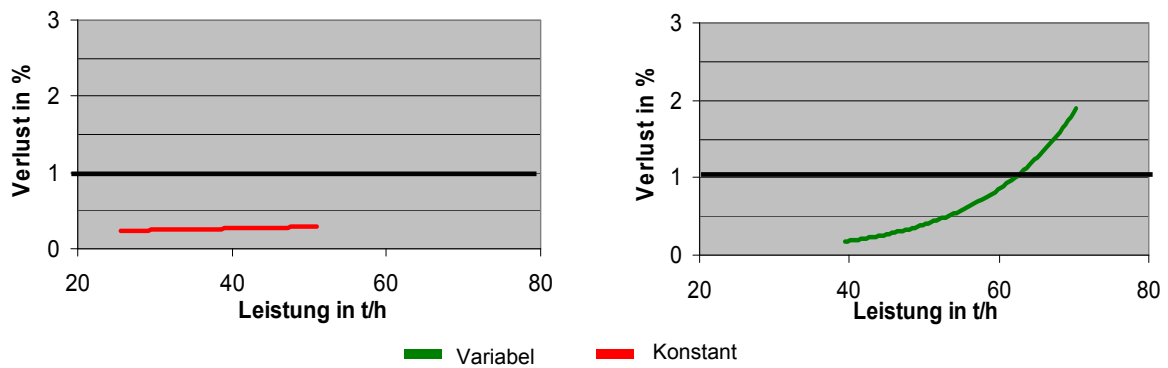


Abb. 5-39: Mähdrescherleistung und Verlust in der Sorte Tommi bei mittlerem Lager, Fahrenwalde 2004 (nach Feiffer, 2004)

Der mittlere Lageranteil verhinderte Leistungen über 50 t/h, die in den variabel gedüngten Parzellen mit etwa 70 t/h möglich waren. Durch eine variable Düngung lässt sich Lager vermeiden, ohne auf Höchsterttrag zu verzichten. Das ist eine überaus gute Kombination, nicht nur in Bezug auf die Druscheignung.

Der Kraftstoffverbrauch ist ein guter Indikator um Veränderungen in der Druscheignung nachzuweisen. Eine verbesserte Dreschbarkeit geht in aller Regel auch mit einer Senkung des Kraftstoffverbrauchs einher (Tab. 5-19).

Tab. 5-19: Kraftstoffverbrauch des Mähdreschers bei variabler Düngung und konstanter Düngung, Fahrenwalde 2004

Standort	Jahr	Sorte	Kraftstoffverbrauch		
			Variabel	Konstant	Differenz (K-V)
Fahrenwalde	2004	Tommi	1,75 l/t	2,78 l/t	37,1 %
Fahrenwalde	2004	Hybnos	1,69 l/t	1,97 l/t	14,2 %

In der Sorte Tommi spiegelt der erhöhte Kraftstoffverbrauch um ca. 37 % die erschwerte Beerntbarkeit im Lager wider.

Der teilflächenspezifischen Stickstoffausbringung liegt das Ziel der verbesserten Düngereffizienz zugrunde. Bei der konstanten Applikation hofft man, einen guten Mittelwert zu treffen. Teilflächen mit hohem Ertragspotential werden jedoch nicht

ausgereizt und Ertrag verschenkt. Überschreitet man bei Teilflächen mit geringem Ertragspotenzial das Düngeoptimum, nimmt die Lagergefahr zu, der Krankheitsdruck steigt, die Eiweißgehalte sind zu hoch und überschüssiger Stickstoff wird ausgewaschen.

Bei der variablen Düngung realisiert man für jede Teilfläche die optimale Produktionsfunktion. Das mögliche Ertragspotential wird ausgeschöpft ohne zu überdüngen.

Eine Ertragssteigerung von durchschnittlich 3,4 % konnte auch in den eigenen Feldversuchen nachgewiesen werden (Tab. 5-20).

Tab. 5-20: Erträge bei konstanter Düngung und variabler Düngung mit N- Sensor

Standort	Jahr	Sorte	Ertrag dt/ha		Differenz in %
			Variabel	Konstant	
Wagun	2002	Toronto	76,48	73,82	3,6
Aschara	2002	Fronti	70,28	70,55	- 0,4
Görmin	2004	Ritmo	99,93	94,55	5,7
Fahrenwalde	2004	Tommi	100,58	98,54	2,1
Fahrenwalde	2004	Hybnos	110,99	104,47	6,2
Mittelwert			91,65	88,39	3,44

Die Pflanze bildet eine gleichmäßige Anzahl von Ähren aus, die effektiv ernährt werden. Konkurrierende Nebentriebe, die Nahrung zehren, aber nicht zum Ertrag beitragen, werden rechtzeitig reduziert. Diese kleinsträumige Homogenisierung ist auch eine der Ursachen, warum der Rohproteingehalt bei Parzellen, die mit dem N-Sensor gedüngt wurden, höher ist und eine geringere Schwankungsbreite aufweist (Abb. 5-40 und 5-41).

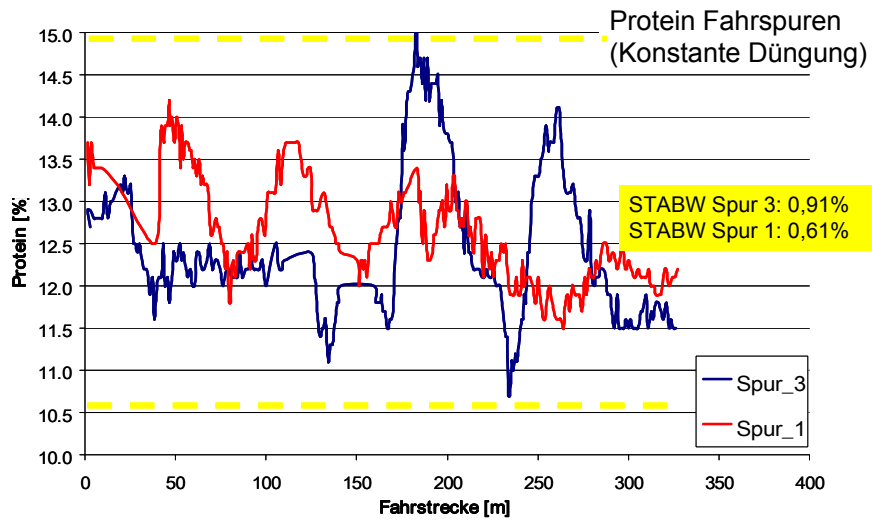


Abb. 5-40: Rohproteinwerte bei konstanter Düngung (nach Reckleben, Isensee)

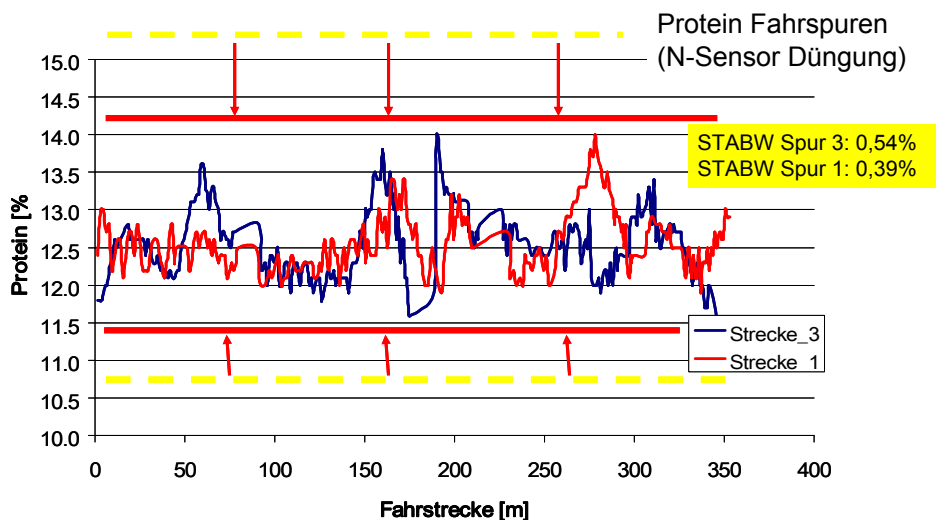


Abb. 5-41: Rohproteinwerte bei variabler Düngung (nach Reckleben, Isensee)

Zum anderen begründen sich die Effekte der Homogenisierung der Rohproteinwerte durch eine bedarfsgerechte Stickstoffernährung im letzten Drittel der Vegetationszeit bzw. während der Kornfüllungsphase mit der „Qualitätsgabe“. Bestände mit hoher Assimilationsleistung erhalten in dieser Phase mehr Stickstoff, um den Rohproteingehalt abzusichern bzw. besser auszuprägen und dem „Verdünnungseffekt“ im Hohertragsbereich entgegenzuwirken.

Ergebnisse der Universität Kiel belegen, dass der Rohproteingehalt durch variable N-Düngung im Mittel um 0,6 % gesteigert werden konnte (Tab. 5-21), (RECKLEBEN 2004).

Tab. 5-21: Erhöhung des Rohproteingehaltes durch variable N-Düngung

Jahr		Relativer Mehrertrag in %	Erhöhung des Rohproteingehalts in %
2002	Versuch 1	1,1	0,2
	Versuch 2	10,5	0,4
2003	Versuch 3	4,7	1,2
2004	Versuch 4	2,0	0,4
Mittelwert		4,6	0,6

Der Rohproteingehalt ist ein dominantes Kriterium für die Backqualität und beeinflusst die Vermarktung und Verwendung.

5.3.2 Monetäre Bewertung

Aus den eigenen Versuchen können nur die Effekte hinsichtlich der Druscheignung abgeleitet werden. Diese sind bei der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung mit dem Yara N-Sensor jedoch nur ein Synergieeffekt, während das Hauptziel in der Ertrags- und Qualitätssteigerung sowie in der Düngereinsparung besteht. Dazu liegen nur teilweise eigene Ergebnisse vor, so dass auf andere Versuchsansteller, wie die Universität Kiel oder AgriCon, zurückgegriffen wird (Tab. 5-22), (RECKLEBEN 2004, LASSEN 2004).

Tab. 5-22: Monetäre Bewertung der differenzierten Stickstoffdüngung mit Yara N-Sensor

Nutzen und Kosten der differenzierten Stickstoffdüngung	Monetäre Bewertung €/ha		
Mähdrescherleistung Leistungssteigerung 20 % Druschkostenreduzierung ^{*1} [€/ha]	18,00		
Kraftstoff – Mähdrescher Verbrauchsdifferenz 0,6 l/t Dieselkostenreduzierung ^{*2} [€/ha]	5,50		
Kornertrag Ertragssteigerung 3,7 % Mehrerlös ^{*3} [€/ha]	45,60		
Qualität Rohproteinsteigerung 0,6 % Mehrerlös ^{*4} [€/ha]	9,10		
Düngereinsparung Stickstoffeinsparung 5 % Mehrerlös ^{*5} [€/ha]	9,50		
Kosten Yara N-Sensor, tageslichtunabhängig: 35.000 € Beratung, Updates, Systemchecks, Reparatur: 2.100 € Einsatzfläche Technikkosten ^{*6}	100 ha - 92,00	500 ha - 18,40	1.000 ha - 9,20
Gesamt Nutzen und Kosten der differenzierten Stickstoffausbringung	- 4,30	69,30	78,50

^{*1} Ø aus den Versuchsjahren 2002 und 2004: 20 % / Druschkosten 90 €/ha

^{*2} 1 €/l Diesel / 9,165 t/ha Ertrag bei variabler Düngung

^{*3} 14 €/dt Erlös / mittlerer Ertrag variable Düngung: 91,65 dt/ha; konstante Düngung: 88,39 dt/ha

^{*4} Quelle: Uni Kiel 2004 / erhöhter Proteingehalt 0,2 – 1,2 %; Mittel: 0,6 %

Quelle: M.Lassen 2004 und AgriCon 2008: 0,1 €/dt Erhöhung Verkaufserlös

^{*5} Quelle: AgriCon 2008: Düngereinsparung 5 – 20 %; angenommener Wert: 5 %;

mittlere Ausbringmenge: 190 kg/ha; 1,0 €/kg N Quelle: N. U. Agrar 2008

^{*6} Yara N-Sensor Jahreskosten: 9.200 €/Jahr; ND: 6 Jahre; Restwert: 0; Zins: 6 %;

zzgl. Reparatur: 350 €/Jahr; Beratung: 1.000 €/Jahr; Updates: 450 €/Jahr; Systemcheck: 350 €/Jahr

Zur differenzierten Stickstoffausbringung ist ein regelbarer Düngerstreuer notwendig. Sofern dieser im Betrieb mit dem N-Sensor erst angeschafft werden muss, erhöhen sich die Kosten bzw. die erforderliche Hektareinsatzfläche, die mindestens notwendig ist, um rentabel zu sein. Die Nutzenspotentiale sind abhängig von den betrieblichen und standörtlichen Gegebenheiten und unterliegen dem Einfluss der Jahreswitterung.

Die monetäre Bewertung zeigt die Vielzahl der Synergieeffekte einer teilflächenspezifischen Düngung. Jedoch sind diese Ergebnisse nicht uneingeschränkt auf andere Echtzeitsensoren übertragbar.

Die „Nebenwirkungen“ durch verbesserte Druscheignung mit höherer Erntesicherheit, geringeren Verlusten, Trocknungskosten u.a. sind nicht minder wertvoll als die Ertrags- bzw. Düngeeinspareffekte.

5.3.3 Zwischenfazit

Vor etwa 15 Jahren begann die Entwicklung von intelligenter Technik zu Precision Farming. Informationen über die Heterogenität innerhalb eines Schlates wurden erfasst und verarbeitet, so dass eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung mit nachweisbaren ökonomischen und ökologischen Vorteilen möglich wurde. Die differenzierte Stickstoffdüngung ist dabei der entscheidende Intensitätsfaktor. Hat man anfangs versucht, auf der Basis von langjährigen Ertragskarten auf den zukünftigen Ertrag zu schließen und die Stickstoffdüngung daran auszurichten, muss man heute erkennen, dass es keine stabilen Ertragsmuster eines Schlates gibt. Ertrag ist nicht planbar, weil die Witterungs-, Wachstums- und Nachlieferungsprozesse weitestgehend unwägbar sind. Der praktische Landwirt kann die Ertragsbildung nur unterstützen, indem er die Pflanze während der Wachstums- und Reifephase optimal mit Stickstoff ernährt. Allerdings unterscheiden sich auf Grund der Heterogenität des Standortes und des Ertrages die Teilflächen auf einheitlich bewirtschafteten Flächen hinsichtlich des Düngebedarfs beträchtlich. Um dennoch eine Anpassung an den aktuellen Versorgungsgrad jeder Teilfläche zu erreichen wurde neben anderen Echtzeitsensoren der Yara N-Sensor entwickelt. Er erkennt über optische Sensoren während der Überfahrt die unterschiedlichen Ernährungssituationen und differenziert mit speziell hinterlegten Regelfunktionen die Stickstoffmenge. Neben der Stickstoffeffizienz stellen sich auch beachtenswerte Vorteile für die Druscheignung der Bestände ein. Schläge, die

variabel gedüngt wurden, weisen eine leichtere Beerntbarkeit mit höheren Mährescherleistungen von ca. 20 % auf. Wird ein Schlag konstant gedüngt, werden einige Teilflächen über- bzw. unterversorgt mit entsprechender starker bzw. schwacher Entwicklung der Biomasse. Die Bestandesdichtedifferenzen werden verstärkt und der Mährescher arbeitet mit permanent wechselnder Belastung. Eine ungleichmäßige Verarbeitung des Erntegutes führt zwangsläufig zum Leistungsabfall. Auch wenn es heute schon gelingt mit Belastungssensoren im Mährescher dessen Fahrgeschwindigkeit an die unterschiedliche Bestandesdichte anzupassen, können die Reifeunterschiede nicht ausgeglichen werden. Teilflächen mit ungleicher Bestandesdichte reifen nicht synchron ab und haben ein jeweils anderes optimales Erntefenster. Zum Zeitpunkt der Ernte liegen demnach verschiedene Reifezustände nebeneinander vor, die vom Mährescher nicht einstell- und leistungsoptimiert beerntet werden können.

Die differenzierte Düngung mit dem N-Sensor homogenisiert diese Abreifeunterschiede sowohl auf den Teilflächen als auch kleinräumig innerhalb eines Quadratmeters. Auf einem laufenden Meter schwankt die Anzahl der Ähren sehr viel weniger, sie sind gleichmäßiger auf einer bestimmten Wuchsetage angeordnet und die oft zähen, grünen Nebentriebe sind stärker reduziert. Das verbessert die Gesamtabreife und damit die Druscheignung erheblich und beeinflusst gleichzeitig den Ertrag und die Qualität positiv. Lagergetreide kann weitgehend vermieden werden.

Die differenzierte Stickstoffdüngung ist ein klassisches Beispiel, wie durch informationsgeleitete Pflanzenproduktion eine Vorteils-kette entsteht, die den monetären Erlös steigert. Die bessere Beerntbarkeit trägt dazu wesentlich bei.

5.4 Technologischer Ansatz – Hochschnitt

Seit Einführung der selbstfahrenden Mähdrescher sind diesen Maschinen immer mehr Aufgaben zugeordnet worden. Neben dem ursprünglichen Ziel des Mähens und Dreschens werden heute hohe Anforderungen an die Strohverteilung gestellt. Sie haben mit der eigentlichen Aufgabe des Drusches nichts zu tun, aber ihr Stellenwert für die heutigen Produktions- und Anbautechniken der nichtwendenden Bodenbearbeitung in engen Fruchtfolgen steigt ständig (ISENSEE 2005, BRUNOTTE 2003, 2007). Das heißt, der Mähdrescher muss zwei große Aufgaben erfüllen:

- leistungstark, verlustarm und sauber dreschen
- das Stroh gut zerkleinert auf die Breite des Schneidwerks gleichmäßig zurückverteilen.

Mit der ersten Aufgabe sollen die Jahresaufwendungen und der höchstmögliche Erlös sicher eingefahren werden. Mit der zweiten Aufgabe sollen die Voraussetzungen für die Bodenbearbeitung, den Feldaufgang und somit den Ertrag der Folgefrucht geschaffen werden.

Beide Aufgaben sind jedoch zu existentiell für den Landwirt, um sie in einer Maschine zu vereinen (FEIFFER 2006a,b). Sie rauben sich gegenseitig die Antriebsleistung des Mähdreschers und schmälern die Arbeitsqualität.

Mit zunehmenden Stroherträgen, die durch Fungizidmaßnahmen eine schwer dreschbare Konsistenz haben, und mit größer werdenden Schneidwerksbreiten ist die Industrie an einem Punkt angelangt, wo eventuell umgedacht werden muss.

Nach BUSSE und FEIFFER, P. wird man in 20 Jahren Durchsätze von etwa 100 Tonnen Weizen je Stunde realisieren. Das können nur Mähdrescher mit sehr breiten Schneidwerken leisten. Dann müssen auch 100 Tonnen Stroh klein gehäckselt und gleichmäßig auf die Schneidwerksbreite verteilt werden. Die dazu notwendigen Häckslerkonzepte werden sehr leistungsaufwendig sein, wobei die Motorleistung eigentlich für den Druschvorgang benötigt wird. Die Kosten für eine solche Maschine werden exorbitant steigen. Und trotz Bereitstellung der größeren Leistung werden die Arbeitsergebnisse für Drusch sowie Strohverteilung nicht zufriedenstellend sein, wenn man weiterhin beide Anforderungen kombiniert. Eine Trennung beider Arbeitsgänge durch verschiedenste Lösungsansätze könnte deshalb sinnvoll sein, wenn der Trend der nichtwendenden Bodenbearbeitung mit entsprechender Aussaat beibehalten wird.

RADEMACHER formuliert diesen Konflikt sehr treffend: „Aktuell vermarktete Mähdrescher sind zwar nach wie vor Maschinen zur Druschfruchternte, jedoch „entartet“ sie in den letzten 15 Jahren vor allem durch die Weiterentwicklung des Pflanzenschutzes und dem damit verbundenen Greeningeffect auf das Stroh immer mehr zu „Strohverarbeitungsmaschinen“ mit hohen Motorleistungen. Hohe Motorleistungen erfordern stabile Antriebe und bewirken hohe Maschinenmassen, die wiederum abgestützt und bewegt werden müssen. Schätzungsweise 30 bis 50 % des Dieselverbrauches eines Mähdreschers entfallen allein auf die Strohverarbeitung, auf ein Nebenprodukt der Druschfruchternte, das nicht geerntet wird! Um die Mähdrescherentwicklung aus dieser „Sackgasse Strohverarbeitung“ herauszuführen, bedarf es eines grundsätzlichen Umdenkens. Die vom Mähdrescher zu verarbeitende Strohmasse muss minimiert werden – und eben dies kann nur durch selektiv erntende Vorsätze geschehen, die den größten Teil des Strohes dort lassen, wo es gewachsen ist.“ (RADEMACHER 2004a, 2005b).

Aus diesem Grunde greifen viele Landwirte den Hochschnitt wieder auf und wollen so den Zielkonflikt einer leistungsstarken Ernte neben einer guten Strohverteilung lösen. Stellt man die Frage nach der



Foto 5-19: Stoppellänge ist ein ökonomischer Kompromiss.

optimalen Stoppellänge, wurde sie bisher mit dem Abstand zwischen Daumen und Zeigefinger beantwortet (Foto 5-19). In der Getreideernte gilt als gut und richtig: so kurz wie möglich.

Gerade pfluglos wirtschaftende Betriebe legen größten Wert auf kurze Stoppel, weil sie ihren Boden nur flach bearbeiten. Mit Blick auf die Folgearbeiten sind kurze Stoppeln besser – sie verrotten schneller als lange und bereiten weniger Probleme bei Bodenbearbeitung und Aussaat. Aber, kurze Stoppeln werden durch

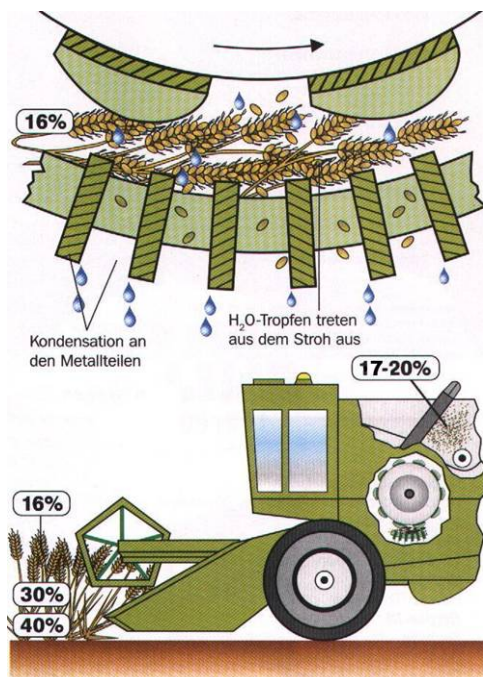


Abb. 5-42: Wiederbefeuchtung des Korns vom Halm bis in den Bunker 1-4 % (nach Feiffer, P.)

erschwerte Druscheignung teuer erkaufte. Gerade die unteren 10 – 20 cm sind für den Mähdrescher am schwersten zu ernten (Abb. 5-43). In diesem Bereich sind die Stoppeln am dicksten (VOßHENRICH ET AL. 2008). Das fordert 15 – 20 % der Druschleistung, weil das Stroh alle Arbeitsorgane des Mähdreschers passieren muss. Im unteren Bereich führt das Stroh noch am meisten Wasser (LOHSE 1981, LISTNER ET AL. 1993, HOFFMANN 1998a). Es kommt zu einer höheren Wiederbefeuchtung des Korns im Dreschwerk (LEBERECHT 1990a, FEIFFER, P. 1983). Die feuchten Halmteile werden im Dreschwerk ausgepresst und das Wasser geht auf die Körner über (Abb. 5-42). 1 % höhere Feuchtigkeit des Korns im Bunker bedeutet schon ca. 5 €/t Mehrkosten mithin bei einem Ertrag von 70 dt/ha etwa 35 €/ha.

Die höhere Strohbelastung behindert die Abscheidung und damit die Leistung des Mähdreschers. Der Kraftstoffverbrauch steigt deutlich an. Der Häcksler wird stärker belastet und das Arbeitsbild verschlechtert sich.

Stoppelhöhe um 10 cm anheben

Dieser Strohabschnitt ist am teuersten:

- dicker und wasserführend
- Leistungsverlust beim Mähdrescher ca. 15 – 20 %
- Wiederbefeuchtung des Korns ca. 1 %
(bei 70 dt/ha = 35 €/ha Trocknungskosten)
- Kraftstoffverbrauch steigt
- höhere Häckslerbelastung
- schlechtere Strohverteilung

Abb. 5-43: Vorteile bei längerer Stoppel

Beim **Hochschnitt** hebt man das Schneidwerk aus dem feuchteren Strohbereich heraus. Dabei handelt es sich um eine Schnitthöhe von ca. 20 – 35 cm (Foto 5-20). Das verbessert die Druscheignung der Bestände in starkem Maße. Durch die deutlich höhere Leistungsfähigkeit des Mähdreschers wird die Erntesicherheit erhöht, weil die Sorten nicht aus dem optimalen Erntefenster „fallen“. Die Gesamternteverluste sinken spürbar.

Der Hochschnitt wird sich nur auf bestimmte Kulturen beschränken. Wintergerste wird ohne Zeitkonkurrenz zu anderen Früchten und früh geerntet. So verbleibt mehr Zeit für die Strohrotte und die Bodenbearbeitung. Die Hochschnittstechnologie ist hier nicht sinnvoll, zumal die Bestände oft eingeknickt sind. Beim Raps wendet man den Hochschnitt ohnehin an, damit die dicken, wasserführenden Stängel nicht in den Mähdrescher gelangen. Rapsstoppen verrotten relativ schnell und auch lange Stängelteile stellen für die



Foto 5-20: Hochschnitt im Weizen

Bodenbearbeitung kein Problem dar. Der Hochschnitt fokussiert sich vornehmlich auf den Weizen, weil die Qualität bei Ernteverzug rasch sinkt und die Tageserntezeiten kürzer werden. Darüber hinaus hat Weizen aufrecht stehende Ähren, so dass der Hochschnitt bei gut geführten Beständen einfach möglich ist.

Die Hochschnittstechnologie ist noch umstritten. Sie ist zwar in der Theorie nicht neu, wohl aber in der breiteren praktischen Anwendung. Ebenso wie die pfluglose Bodenbearbeitung, die Direkt- oder Mulchsaat als neue Verfahren anfangs gegen viele Widerstände zu kämpfen hatten, ehe sie ihren Platz gefunden haben, geht es auch der Hochschnittstechnologie. Allein der Anblick der langen Strohstoppel ist für einen „Landwirt der alten Schule“ gewöhnungsbedürftig.

Die Hochschnittstechnologie erfordert keine Zusatzgeräte, sondern kann mit den konventionellen Schneidwerken durchgeführt werden. Lediglich die Mähdreschereinstellung muss auf das veränderte Gutgemisch abgestimmt werden.

In der Vergangenheit wurde der Hochschnitt noch als Notfallmaßnahme angesehen, wenn Witterungsunbilden den Erntefortgang verzögerten (RADEMACHER 2006).

Mehr und mehr Landwirte planen den Hochschnitt bei der Erntetechnologie mit ein. Dazu gehört eine angepasste Transportlogistik und zwar durch die höheren Mähdrescherleistungen und die sachgerechte, folgende Bodenbearbeitung. Eine schnellere Umsetzung des Hochschnittes wird bisher durch die schwierige Einarbeitung des Langstrohs behindert.

Bis zu einer Stoppellänge von 20 cm ist

die nichtwendende Bodenbearbeitung problemlos (VOßHENRICH ET AL. 2008). Mit zunehmender Stoppellänge steigt der Aufwand, um einen guten Feldaufgang zu erzielen (VOßHENRICH ET AL 2006).

Landwirte, die konsequent den Hochschnitt einsetzen, mähen auf einer Stoppellänge von 30 – 35 cm und häckseln dann die Stoppel nach. Sie verbinden eine schnelle Mähdruschernte mit einer guten Einarbeitung und Rotte des Strohs (STEMANN 2003).

Die Einsparung beim Mähdrusch sowie beim besseren Feldaufgang müssen gegen die zusätzlichen Kosten durch Nachhäckseln aufgewogen werden (Abb. 5-44). Für den

Kriterien zum Hochschnitt	
Vorteile	Problematic
Mähdrusch	
weniger Masse	zusätzliches Schlegeln
höhere Schlagkraft	Störung bei der Bearbeitung
Feuchte an Halmbasis	Infektionsrisiko
weniger Diesel	
Boden	
Stroh (=Stoppeln) gut verteilt	Dauer der Strohrotte
Erosionsschutz	größere Arbeitsbreite
	Feldaufgang
Kriterien zum Verfahren „lange Stoppeln“	
<small>(nach HanseAgro und Voßhenrich)</small>	

Abb. 5-44: Vorteile und Probleme beim Hochschnitt

Hochschnitt gibt es keine Faustzahlen, entscheidend sind die betrieblichen Voraussetzungen. Viele Hersteller von Mulchgeräten arbeiten mit hoher Intensität an Technik, die das Hochschnittverfahren in der Praxis zur breiteren Anwendung führen. Ähnlich wie bei der pfluglosen Bodenbearbeitung entwickelt sich die Technik nach und nach parallel des praktizierten Einsatzes.

Die Befürchtung, dass der Hochschnitt mit steigenden Energiepreisen keine Berechtigung mehr findet, besteht nicht. Auch wenn das Stroh als Energieträger lukrativ erscheint, so ist sein Nährstoffwert noch höher einzuschätzen. Auch alle Düngemittel sind kostenintensiv in der Produktion und richten sich am Energiepreis aus. Stroh hat eine zweifelhafte Energiebilanz und wird bei der energetischen Nutzung nicht so viel erzielen können, um Düngemittel in der Höhe des Strohentzuges nachzukaufen sowie Nachteile für Boden- und letztlich Ertragseffekte auszugleichen.

5.4.1 Ergebnisse und Diskussion

5.4.1.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse setzen sich aus eigenen Versuchen sowie denen anderer Versuchsansteller zusammen. Sie sollen für beide interessierende Ebenen – den Drusch und den Aufwand für die Bodenbearbeitung – aufgezeigt werden, um sie für das Gesamtverfahren besser bewerten zu können.

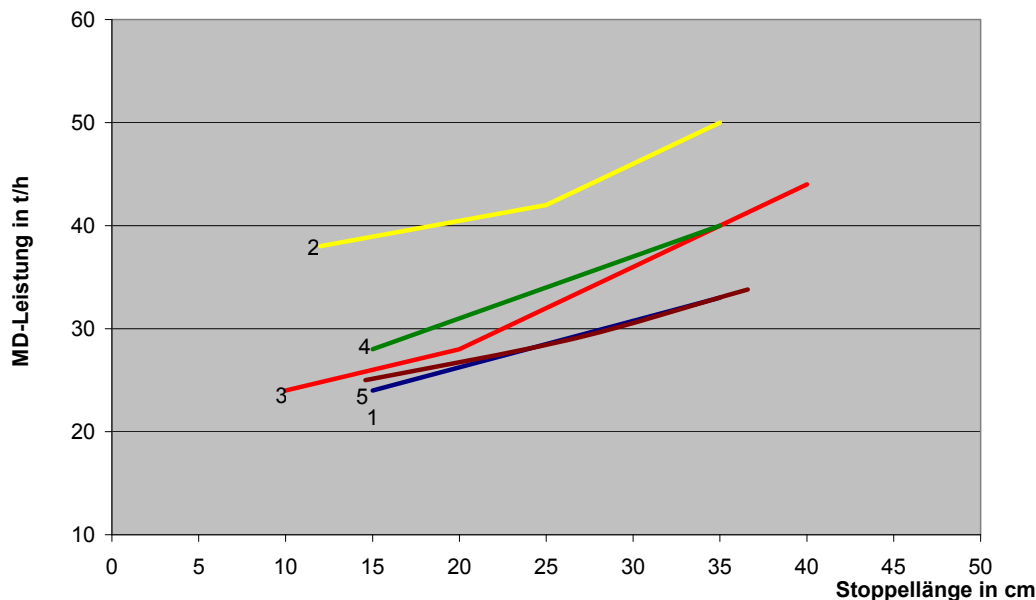
Bisher wurden die Ergebnisse je nach Betrachtungsschwerpunkt Mähdrusch bzw. Bodenbearbeitung oft einseitig bewertet. Die zusammengestellten Ergebnisse finden sich in der Anlage (Anhang 57 bis Anhang 65 und Anhang 68 bis Anhang 76).

5.4.1.2 Diskussion der Ergebnisse

Druschergebnisse

Im Kapitel 2.2 wurde dargelegt, dass die Konsistenz und die Menge des Stroh die Druscheignung eines Bestandes bestimmen und für die Mähdrescherarbeit entscheidend sind.

Jeder Zentimeter, den das Schneidwerk über den Erdboden angehoben wird, bringt sowohl weniger Feuchtigkeit als auch weniger Masse in die Maschine. Das heißt, mit jedem Zentimeter hat man einen doppelten Effekt bei der Druscheignung. Das führt zu einer sehr augenfälligen Leistungssteigerung des Mähdreschers bei gleichem Drusch-Verlustniveau (Abb. 5-45).



- 1 - Feldversuch 2006: Sachsen, Ertrag: 70 dt/ha, Kornfeuchte: 13 %, Strohfeuchte: 12 % (nach Pakulat, 2007)
- 2 - Feldversuch 2005: Uni Kiel, Ertrag: 80 dt/ha, Kornfeuchte: 14 %, Strohfeuchte: 15 % (nach Ewers, Reckleben)
- 3 - Feldversuch 2005: FAL, Uni Kiel, DLG, HanseAgro, Ertrag: 110 dt/ha Kornfeuchte: 16,5 %, Strohfeuchte: 22 % (nach Voßhenrich)
- 4 - praktizierender Hochschnittbetrieb: Dr. Schönleber, 2007
- 5 - Feldversuch 2007: Sachsen, Ertrag: 72 dt/ha, Kornfeuchte: 14 %, Strohfeuchte: 16 % (nach Pakulat, 2008)

Abb. 5-45: Mähdrescherleistungen bei unterschiedlicher Stoppellänge

Das RKL berichtet von steigenden Fahrgeschwindigkeiten von 4,6 auf 8,4 km/h bei Wechsel von Kurz- auf Langstoppel.

MEHNER und SCHÖNLEBER, zwei den Hochschnitt praktizierende Landwirte, beziffern den Leistungsvorteil des Mähdreschers auf 40 bis zu 100 % je nach Bestandesbedingungen. Je feuchter und zäher das Stroh, desto größer ist der Leistungsvorteil. Dabei reagieren Axialmähdrescher auf eine längere Stoppel noch besser als Tangentialmähdrescher, weil ihre Leistung bei ungünstigen Strohbedingungen in größeren Dimensionen abfällt.

Erhöht man die Stoppellänge von 15 cm auf 35 cm, kann man mit 30 – 40 % gesicherter Mehrleistung rechnen. Als grobe Faustzahl kann gelten: Jeder Zentimeter Stoppellänge bringt ca. 1,5 – 2 % Leistungssteigerung. Die Leistungssteigerung, die mit Erntesicherheit und Senkung der Gesamtverluste verbunden ist, wird heute noch völlig unterbewertet. 30 % Leistungssteigerung, inklusive geringer Trocknungskosten, höheren Qualitäten, geringeren Verlusten, schnelleren Folgearbeiten, weniger Dieselverbrauch, geringere Belastung und Verschleiß usw. werden mit lediglich 5 – 10 €/ha beziffert (VOBHENRICH ET AL. 2008).

Im Kapitel 5.4.2 wird versucht, eine objektivere Bewertung der Druschkosten vorzunehmen.

Jegliche Leistungssteigerung des Mähdreschers hat dabei einen Synergieeffekt. Die Mehrleistung zieht den Mähdrusch in die besseren Erntestunden bzw. hebt die Ernte aus den ungünstigen Erntephasen heraus und verhindert so starken Leistungsabfall in diesen Phasen.

Unterschiedlich ist die Verlustentwicklung bei den verschiedenen Druschkonzepten, wenn man die Fahrgeschwindigkeit steigert. Im Jahr 2006 wurde mit einem Axialmähdrescher auf Stoppelhöhe von 35 bzw. 15 cm gearbeitet.

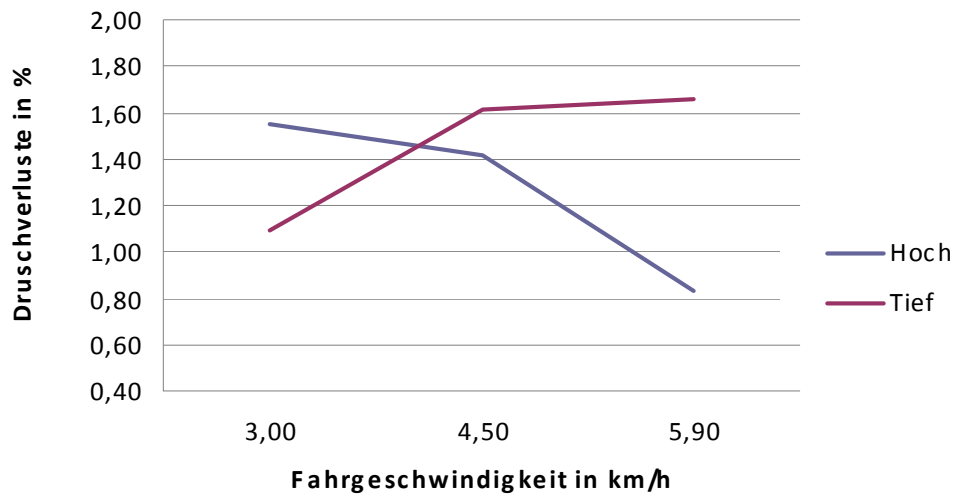


Abb. 5-46: Druschverlustentwicklung beim Axialmähdrescher im Weizen bei Hoch- und Tiefschnitt (nach Pakulat)

Beim Tiefschnitt reagiert der Mähdrescher mit der klassischen Leistung-Verlust-Kurve, wobei die Verluste mit zunehmendem Durchsatz ansteigen. Beim Hochschnitt sanken die Verluste mit steigender Fahrgeschwindigkeit (Abb. 5-46). Zu vermuten ist, dass das Axialdreschwerk des verwendeten Versuchsmähdreschers noch nicht seinen optimalen Lastzustand erreicht hat.

Im Jahr 2007 wurde ein Schüttlermähdrescher eingesetzt (Abb. 5-47).

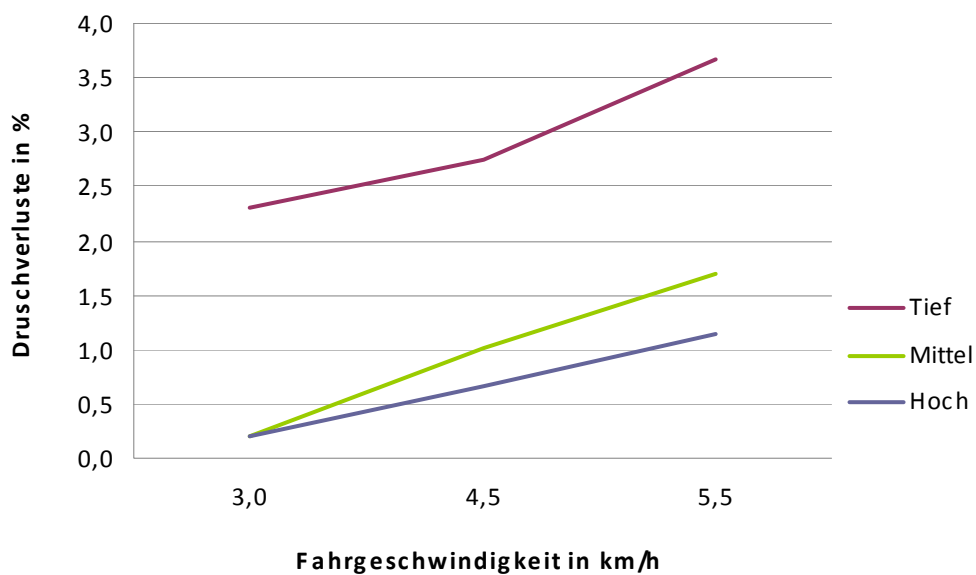
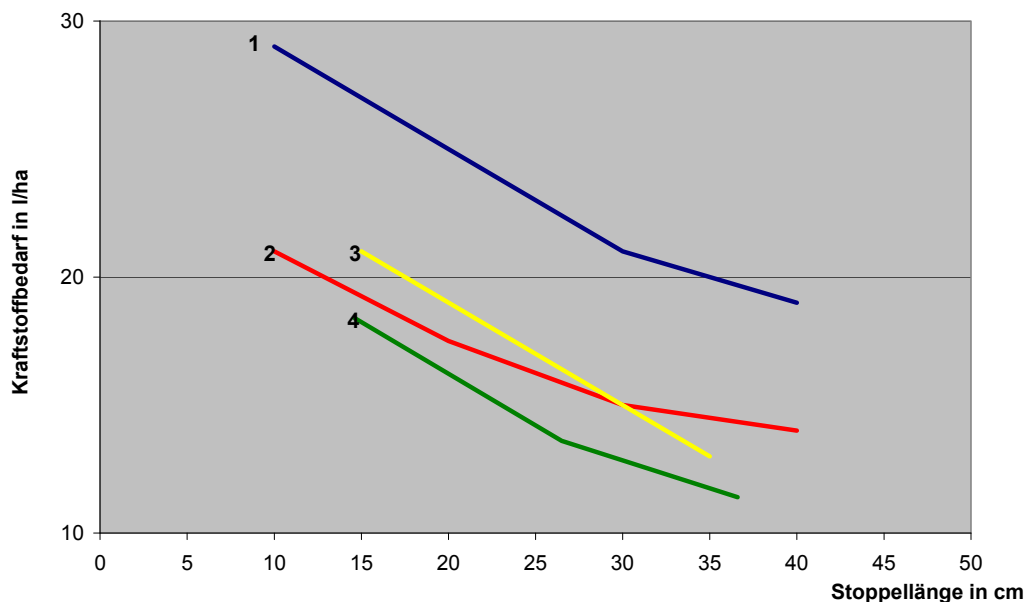


Abb. 5-47: Druschverlustentwicklung – Schüttlermähdrescher (nach Pakulat)

Die Verluste steigen mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit an. Bei der Hochschnittvariante ist der tendenzielle Verlauf flacher und die Verluste sind wesentlich geringer im Vergleich zur kurzen Stoppel.

Schüttlermähdrescher reagieren zwar heftiger auf die Stoppellänge werden jedoch durch den generell steileren Anstieg der Verluste in der Leistung eher begrenzt als Axialmähdrescher. Bei Axialmähdreschern ist der absolute Verlustunterschied zwischen kurzer und langer Stoppel nicht so hoch. Sie können jedoch das Leistungsfenster über den Hochschnitt weiter aufziehen als Schüttlermähdrescher.

Der geringe Strohdurchgang mit weniger Feuchte führt zu einem geringeren Kraftstoffbedarf (Abb. 5-48).



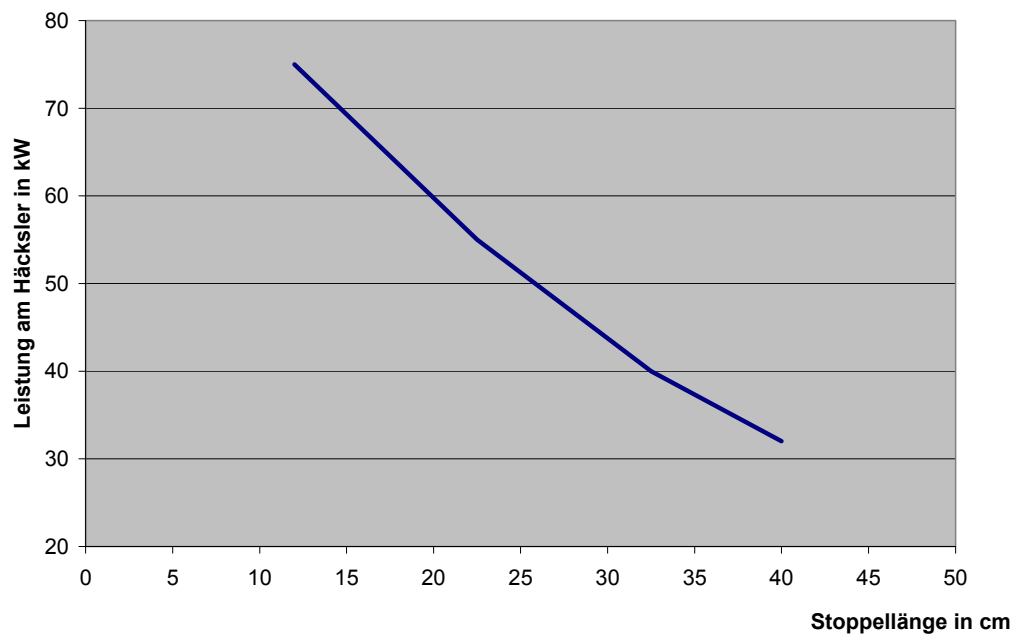
- 1 - Feldversuch 2005: FAL, Uni Kiel, DLG, HanseAgro, Ertrag: 110 dt/ha Kornfeuchte: 16,5 %, Strohfeuchte: 22 % (nach Voßhenrich)
- 2 - Feldversuch 2005: FAL, Uni Kiel, DLG, HanseAgro, Ertrag: 110 dt/ha Kornfeuchte: 14 %, Strohfeuchte: 15 % (nach Voßhenrich)
- 3 - Feldversuch 2006: Sachsen, 70 dt/ha, Kornfeuchte: 14,5 %, Strohfeuchte 12 % (nach Pakulat: 2007)
- 4 - Feldversuch 2007: Sachsen, Ertrag: 72 dt/ha, Kornfeuchte: 14 %, Strohfeuchte: 16 % (nach Pakulat: 2008)

Abb. 5-48: Kraftstoffbedarf bei unterschiedlichen Stoppellängen

Bei Erhöhung der Stoppellänge von 15 auf 35 cm wurde eine Senkung des Kraftstoffverbrauchs von ca. 20 – 40 % gemessen. Als Faustzahl kann man 1,5 % weniger Dieserverbrauch je Zentimeter Stoppellänge ansetzen. Oberhalb einer Stoppellänge von 30 – 35 cm sinkt der Kraftstoffverbrauch nur noch geringfügiger.

Versuch 1 und 2 zeigen, dass bei einer Absenkung der Strohfeuchte innerhalb eines Erntetages von 22 % auf 15 % der Mähdrescher ca. 30 % weniger Kraftstoff verbraucht. Je trockener das Gutgemisch und je weniger Gutmasse, desto höher sind die Einspareffekte. Auch hier spielt die Synergiekette des Heraushebens der Ernte aus den ungünstigen Witterungsabschnitten durch Leistungssteigerung in trockenen Erntestunden Effekte aus. Das heißt, Hochschnitt senkt den Kraftstoffverbrauch einerseits durch den geringeren Strohdurchgang und andererseits, weil sich die Ernte durch die Leistungssteigerung vornehmlich in Zeiten trockener Druschbedingungen abspielt.

Leistungssteigerung und Dieserverbrauch werden untersetzt durch die Ergebnisse des Leistungsbedarfs am Häcksler (Abb. 5-49).



Feldversuch 2005: FAL, Uni Kiel, DLG, HanseAgro, 110 dt/ha Kornfeuchte: 16,5 %, Strohfeuchte: 22 % (nach Voßhenrich)
New Holland Mähdrescher, 220 kW, 5,10 m Schneidwerksbreite, 4 km/h

Abb. 5-49: Leistungsbedarf des Häckslers bei unterschiedlicher Stoppellänge

Die Erhöhung der Stoppellänge von 30 auf 40 cm bringt nur noch eine geringfügige Einsparung an Häckslerkraft, während der Sprung von 10 auf 25 cm Stoppellänge am höchsten ist. Ebenso verhält es sich beim Dieserverbrauch.

Die Wassergehalte im Getreidehalm nehmen von unten nach oben ab (Abb. 5-50 bis 5-52).

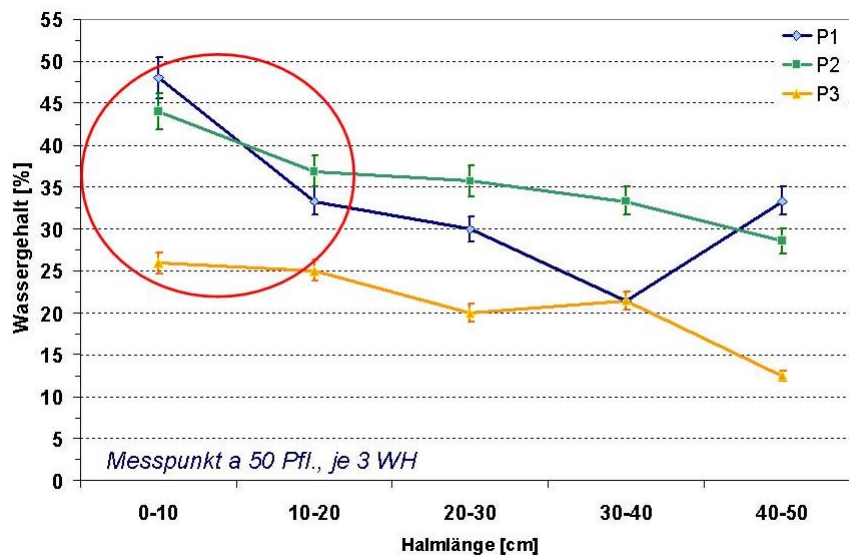


Abb. 5-50: Wassergehalt im Getreidehalm - Winterweizen Dekan in Hohenschulen 2005 (nach Reckleben)

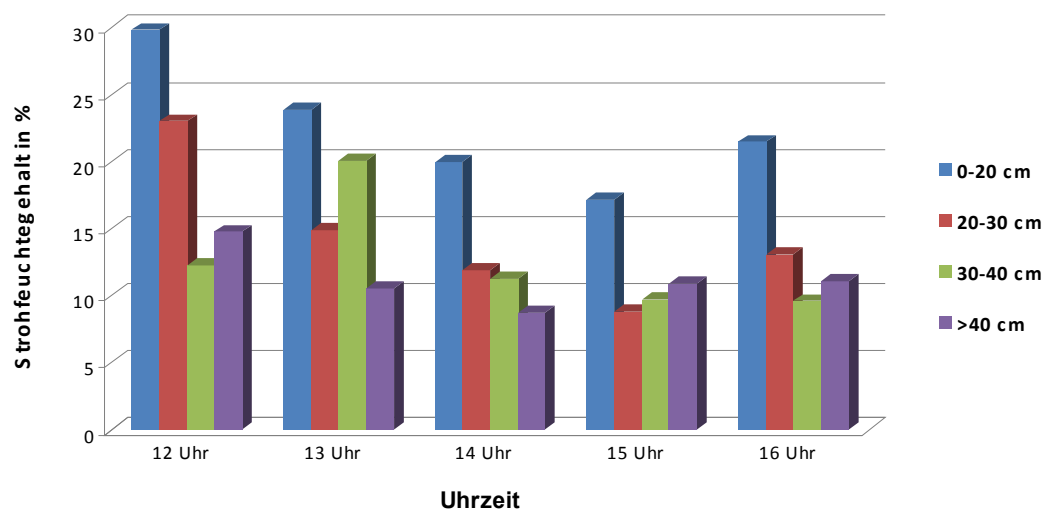


Abb. 5-51: Wassergehalt im Getreidehalm - Winterweizen Akteur in Littdorf 2006 (nach Pakulat)

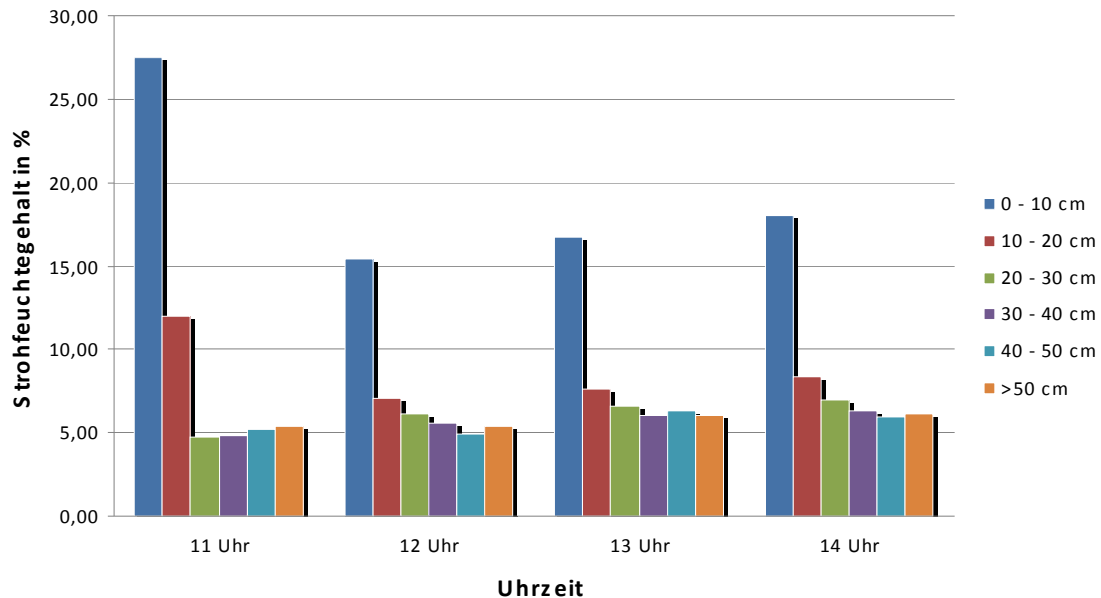


Abb. 5-52: Wassergehalt im Getreidehalm - Winterweizen, 2007 (nach Pakulat)

Dabei zeigt der Sprung von 10 auf 20 cm Stoppellänge die höchste Abnahme (RECKLEBEN ET AL. 2006, PAKULAT 2007, 2008).

Die Gefahr der Wiederbefeuchtung des Kornes im Mähdrescher sinkt.

Die Halmdicke reduziert mit ca. 1 mm je 10 cm Stoppellänge im unteren Bereich am stärksten und nimmt nach oben hin ab. (RECKLEBEN ET AL. 2006). Für das Schneidwerk muss bei langer Stoppel weniger Kraft aufgewendet werden und alle nachfolgenden Arbeitsorgane werden mit weniger Stroh belastet.

Die gesamten Effekte des Hochschnitts sind demnach im Stoppelbereich von 20 – 30 cm am größten. Im oberen Bereich wird das Schneiden bei hohen Fahrgeschwindigkeiten immer schwieriger, weil der Gegendruck des Schnittgutes nachlässt und sich die Halme nach vorn biegen. Dadurch rutschen einige Ähren unter dem Messerbalken durch bzw. das Schneidwerk rupft.

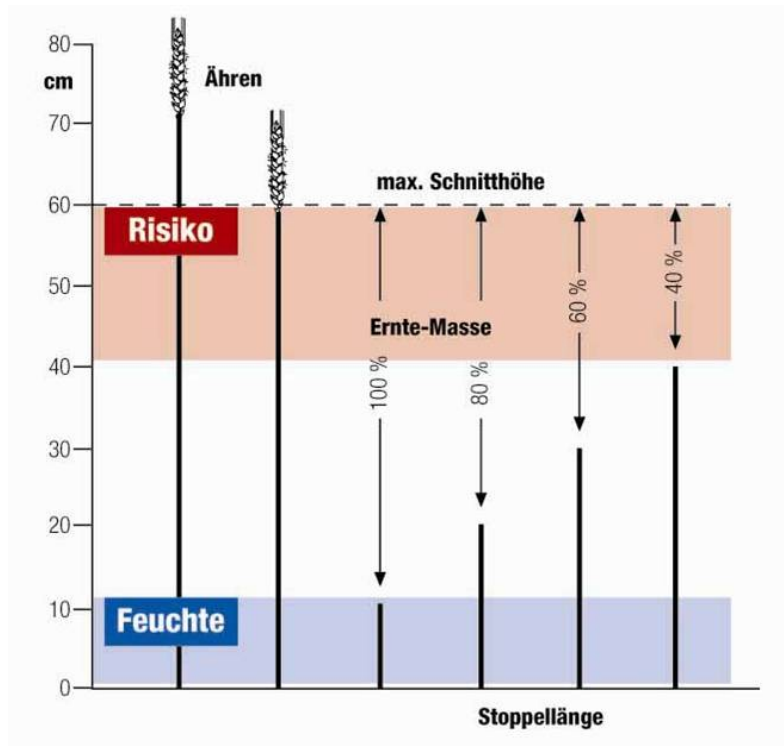


Abb. 5-53: Schema zur Halmlänge (nach Isensee 2006)

ISENSEE beschreibt ein höheres Risiko durch nicht geerntete Ähren bei Anhebung der Stoppellänge (Abb. 5-53), (ISENSEE 2008). Deshalb kommen nur Bestände, die weder lagern noch eingebrochen sind, in Betracht. Die Hochschnitttechnologie erfordert eine ausgezeichnete Bestandesführung und homogene Bestände (siehe Kapitel 2.4.3).

Ein erhöhter Bruchkornanteil war bei der Hochschnittvariante nicht festzustellen (Abb. 5-54 und 5-55).

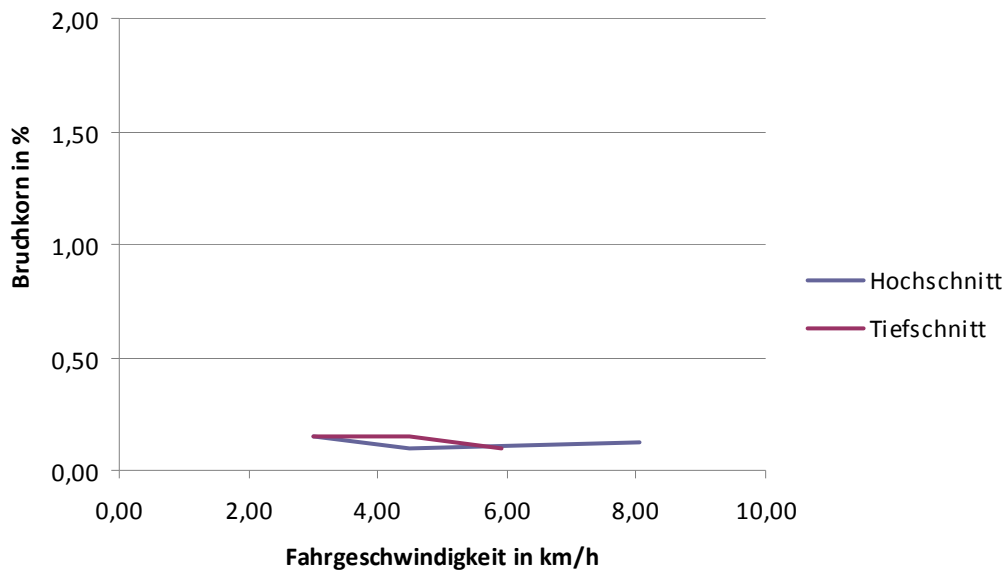


Abb. 5-54: Bruchkornanteil im Kornbunker des Mähdreschers, Winterweizen in Reppen 2006 (nach Pakulat)

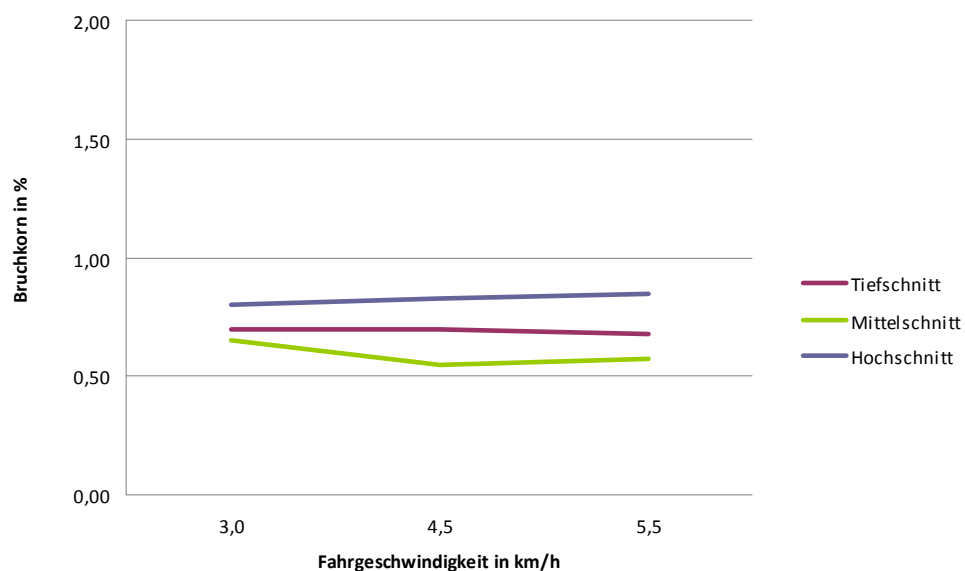


Abb. 5-55: Bruchkornanteil im Kornbunker des Mähdreschers, Winterweizen in Littorf 2007 (nach Pakulat)

Beim konventionellen Drusch versucht man schneller zu fahren, um schützendes Strohpolster in das Dreschwerk zu holen. Das ist völlig richtig. Auch wenn die

Schüttler- und Reinigungsverluste bei höherem Tempo zunehmen, so nimmt der Bruchkornanteil im gleichen Maße ab.

Beim Hochschnitt dagegen gelangen mehr Ähren als Stroh in das Dreschwerk. Wird die Ähre von der Schlagleiste getroffen, werden die Körner schon durch diesen energiereichen Impuls größtenteils ausgelöst. Wegen des geringeren Strohanteils fallen sie schneller durch den Korb und die Verweildauer der Körner im Dreschwerk ist viel kürzer. So unterbleibt das mehrmalige Auftreffen der Schlagleisten auf die Körner, die letztlich zu Bruchkorn führen.

Ebenso ist die Laufruhe des Dreschwerks beim Hochschnitt besser, als wenn das gesamte Stroh verarbeitet werden muss. Gerade das Stroh mit seinen unterschiedlichen Konsistenzen führt zum Auf- und Abtoun der Trommel und damit zu unterschiedlichen Eingriffsintensitäten und Abscheideleistungen. Beim Hochschnitt wird der Gutfluss wesentlich gleichmäßiger. Die Abscheideleistung und die Kornqualität verbessern sich.

Natürlich muss die Einstellung des Mähdreschers verändert werden. Der Hochschnitt erfordert, je nach Schnitthöhe, Fahrgeschwindigkeiten oberhalb von 6 km/h und reicht bis an 12 km/h heran. Der die Fahrgeschwindigkeit begrenzende Faktor beim Hochschnitt ist nicht, wie sonst, der Druschverlust, sondern das Schneidwerk. Schneidet man eine längere Stoppel, kann man im Prinzip so schnell fahren, wie das Messer des Schneidwerks noch gut den Halm trennt.

Ein weiterer begrenzender Faktor ist bei sehr hohen Durchsätzen die Siebabscheidung. Die Reinigung muss mitunter die doppelte Kornmasse im Vergleich zum Tiefschnitt abscheiden.

Je tiefer das Schneidwerk arbeitet, je mehr Stroh also das Dreschwerk passiert, desto mehr muss wieder auf die Dreschwerks- und Reinigungsverluste geachtet werden.

Die Zinken der Querförderschnecke werden auf späteren Griff gestellt und die Schnecke soll schneller laufen. Die Hersteller bieten dazu unterschiedliche Antriebszahnräder an (RADEMACHER 2006).

Durch die hohen Fahrgeschwindigkeiten und die damit verbundene dichte Füllung des Dreschwerks mit Ähren ist schon beim Fördern eine gute Reibwirkung gegeben, die die Körner aus der Ähre löst. Man verstärkt beim Hochschnitt diese Reibwirkung über den Dreschpalt und verringert zugleich die schlagende Wirkung der Dreschtrommel. Deshalb nimmt man die Trommeldrehzahl so weit zurück, so dass der Ausdrusch noch gut funktioniert (Tab. 5-23).

Das obere Sieb wird weiter geöffnet um die erhöhte Kornmenge abzuscheiden bzw. bleibt wie herkömmlich. Dagegen sollte das untere Sieb, im Gegensatz zum Normaldrusch, um 2 bis 4 mm weiter geöffnet werden. Die Gebläseleistung ist etwas zu erhöhen. Es wird zwar nicht die Energie benötigt, um das Stroh in der Schwebe zu halten, aber der Wind muss den starken Kornstrom so bearbeiten, dass Kurzstrohanteile und Spelzen ausgeblasen werden. Die Siebverlängerung wird ebenfalls etwas weiter geöffnet, um die unausgedroschenen Ähren abzufangen.

Tab. 5-23: Mähdreschereinstellung bei Hochschnitt

Einstellung	Hochschnitt (ca. 35 cm Stoppellänge)
Dreschtrommel (U/min)	20 % geringer
Korbspalt (mm)	0 - 10 % enger
Obersieb (mm)	± 0
Verlängerung (mm)	10 % weiter
Untersieb (mm)	20 % weiter
Gebläse (U/min)	15 % stärker

Pflanzenbauliche Ergebnisse

Stoppellängen bis 20 cm sind in der ersten flachen Bodenbearbeitung noch gut zu beherrschen (VOßHENRICH ET AL. 2008).

Der Feldaufgang hängt von der Qualität der ersten Stoppelbearbeitung ab, bei der die Stoppel umgelegt und etwa 20 – 30 % der Strohlänge mit Erde fixiert werden muss (DÖLGER 2006).

Dann kann der zweite Bearbeitungsgang das Stroh in tiefere Schichten befördern. Nur bis 10 cm Stoppellänge ist die Aussaat nach der ersten flachen Bodenbearbeitung möglich. Ab einer Stoppellänge von 40 cm ist ein Nachhäckseln der Stoppel notwendig. VOßHENRICH hat in seinen Versuchen zur Bodenbearbeitung nach unterschiedlichen Stoppellängen einen erhöhten Aufwand für Arbeitszeit und Diesel festgestellt (Abb. 5-56), (VOßHENRICH ET AL. 2006).

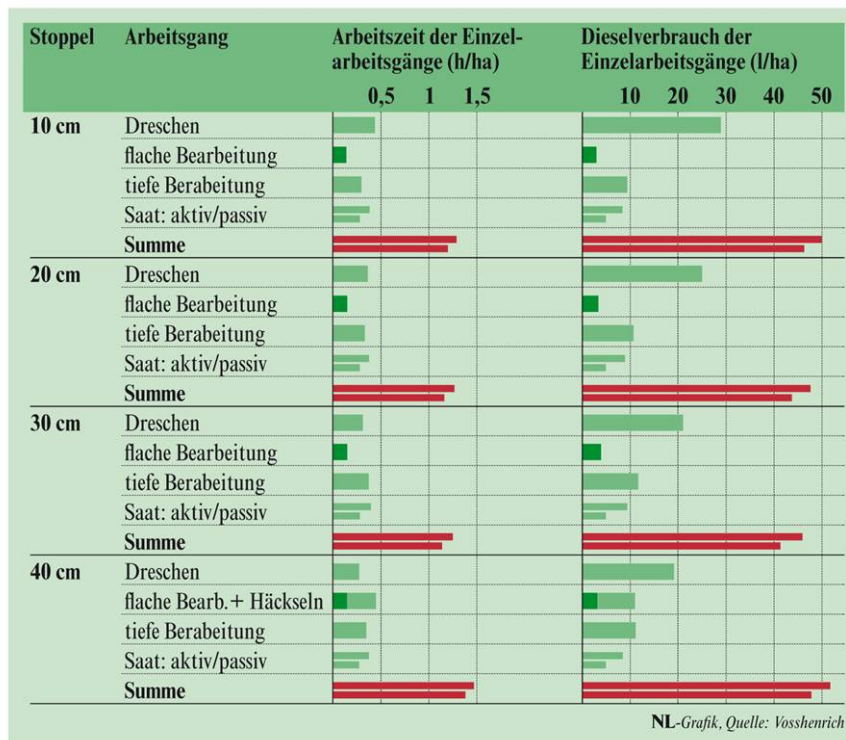


Abb. 5-56: Gesamtübersicht für Dieselverbrauch und Arbeitszeitbedarf bei unterschiedlicher Stoppelhöhe (nach Voßhenrich)

Die Bestellqualität verschlechtert sich mit zunehmender Stoppellänge von 10 auf 30 cm. Die Strohanteile, die nach der Saat noch an der Oberfläche liegen, nehmen zu (Abb. 5-57).

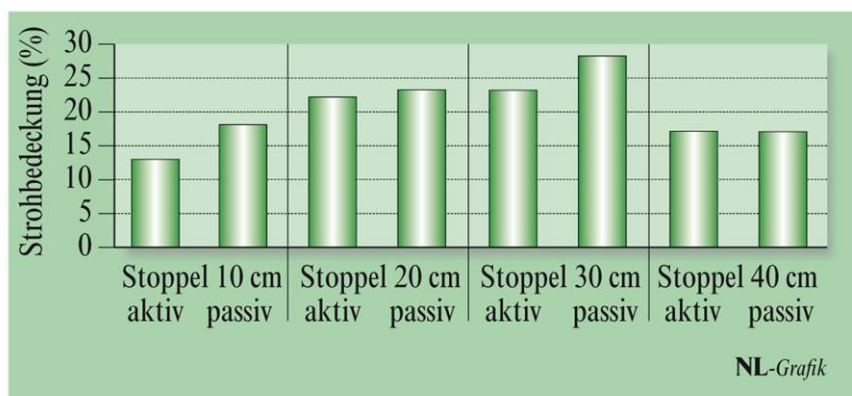


Abb. 5-57: Strohdeckungsgrad nach Saat bei unterschiedlicher Stoppellänge (nach Voßhenrich)

Trotzdem ist der Feldaufgang bei den größeren Strohmassen infolge längerer Stoppel überraschenderweise nicht schlechter als bei der Kurzstoppel (Abb. 5-58 und 5- 59), (VOßHENRICH, RECKLEBEN 2008).

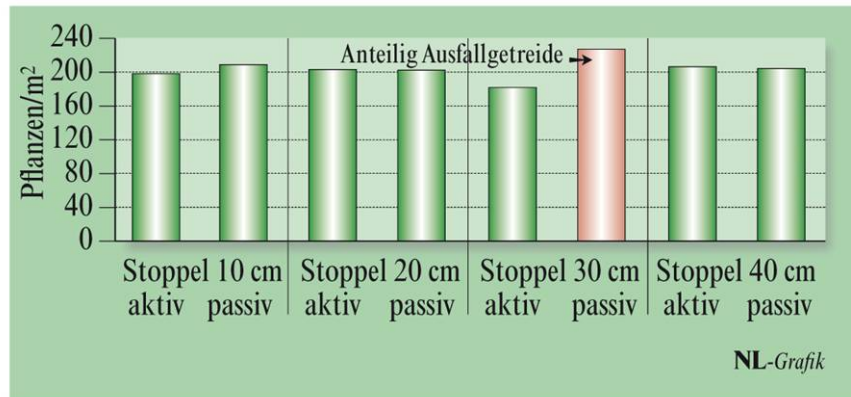


Abb. 5-58: Feldaufgänge im Weizenbestand (nach Voßhenrich)

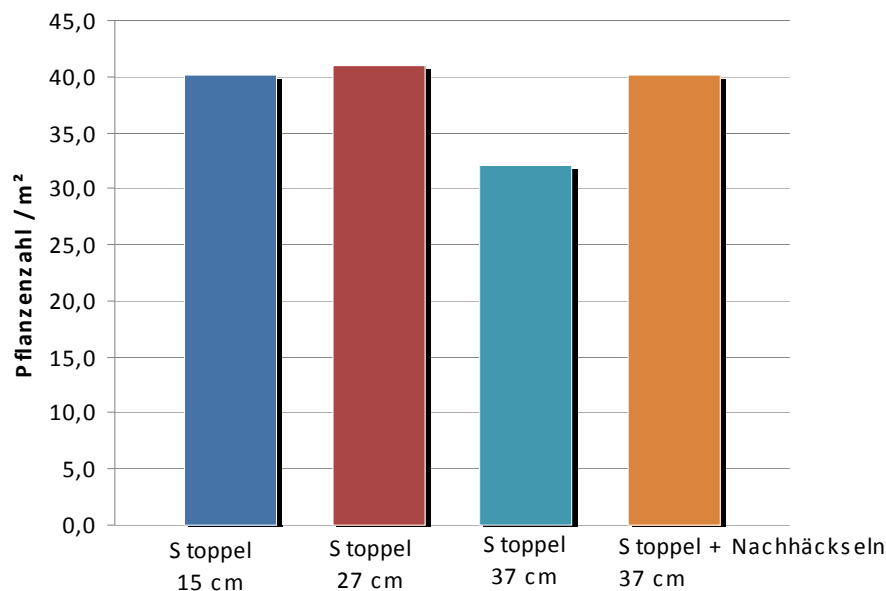


Abb. 5-59: Feldaufgänge im Rapsbestand am 24.11.2007 in Littdorf (nach Pakulat)

Der optisch wahrgenommene Eindruck der schlechteren Stroheinarbeitung geht nicht zwangsläufig mit einem schlechteren Feldaufgang einher. Nach heutigem Erkenntnisstand sind Stoppellängen bis 25 cm durch eine erste flache und folgende tiefere Bodenbearbeitung gut zu beherrschen und ohne wesentliche Nachteile für den Feldaufgang. Ab 30 – 35 cm Stoppellänge nehmen die Probleme bei der Bodenbearbeitung zu und der Feldaufgang ab. Ein geringerer Feldaufgang ist jedoch noch kein sicherer Indikator für einen geringeren Ertrag. Trotzdem sollte auch aus

pflanzenhygienischen Gründen ab einer Stoppellänge von 30 cm das Stroh nachgehäckselt werden.

Hochschnitt mit anschließendem Nachhäckseln ist zwar die aufwendigste Variante, weil ein zusätzlicher Arbeitsgang eingeschoben werden muss, bietet jedoch auch eine Reihe von Vorteilen. Das Langstroh verbleibt nach dem Drusch an Ort und Stelle, wird dort gemulcht und auch wieder abgelegt. Die Strohverteilung ist gleichmäßiger und das gehäckselte Gut meist kürzer (Abb. 5-60), (STEMANN 2004, PAKULAT 2007, 2008).

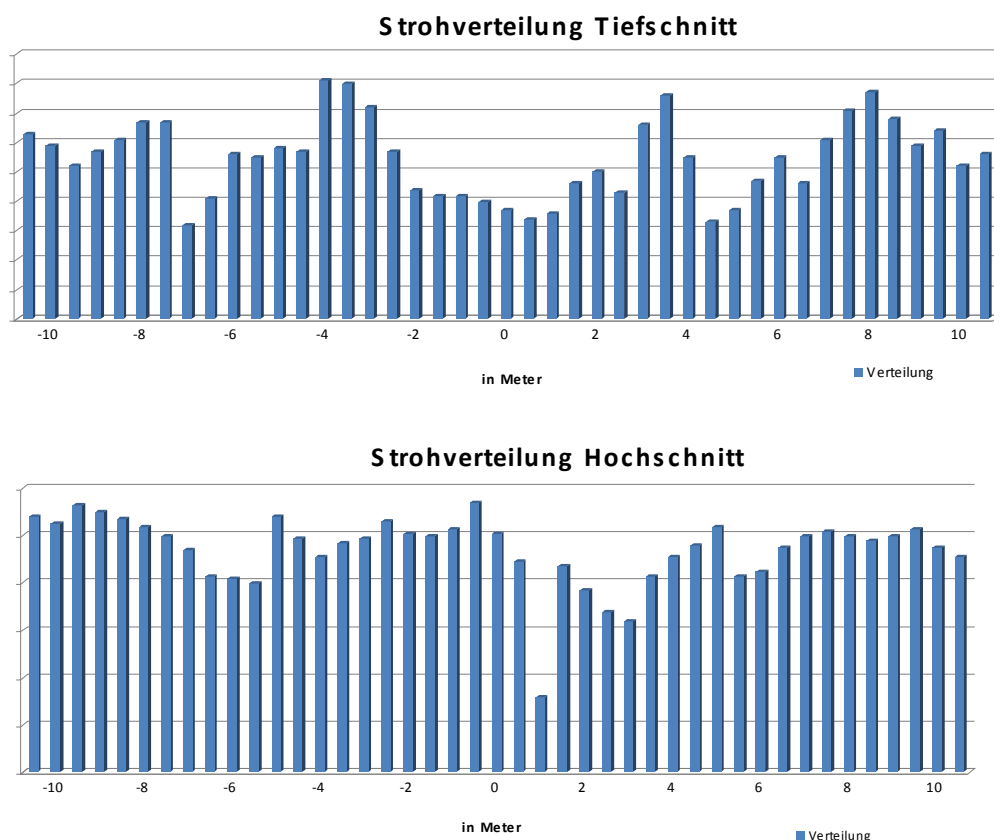


Abb. 5-60: Strohverteilung nach Tiefschnitt sowie Hochschnitt, Reppen 2006 (nach Pakulat)

Der Mulcher geht im „Rasierschnitt“ über die Stoppel und spleißt das Stroh auf (Foto 5-21). Durch die größere Oberfläche findet eine schnellere Besiedelung von Mikroorganismen statt. Das Stroh wird bei diesem Arbeitsgang



Foto 5-21 Häckseln fördert die Strohrotte

bereits mit Erde und Staub benetzt, die bei Taufeuchte die Rotte schneller in Gang setzen (STEMANN 2003, SCHÖNLEBER 2007).

Das Infektionsrisiko von strohbürtigen Pilzen wird verringert.

Eine störungsfreie Stoppelbearbeitung und Aussaat ist gegeben, die Bodenfeuchte erhöht sich. Selbst in engen Fruchtfolgen ist die Direktsaat möglich. Der zusätzliche Arbeitsgang des Häckselns wird mit etwa 25 €/ha beziffert (STEMANN 2003, V. KEISER 2004).

Der Häcksler „saugt“ die vom Mähdrescher und der Abfuhr niedergefahrenen Langstoppeln in der Fahrspur wieder auf. Das gelingt umso besser, wenn bei trockenen Bedingungen geerntet wurde. Wird der Hochschnitt nicht als Notmaßnahme bei feuchten Bedingungen durchgeführt, sondern eingeplant, kann man von eher trockenen Druschbedingungen ausgehen. Der nachgeordnete Arbeitsgang erfordert jedoch neben dem Mulcher einen freien Schlepper und die dazugehörige Arbeitskraft in der Hochdruckzeit der Ernte und Bodenbearbeitung. Auch der Mulchvorgang unterliegt dem Wetterisiko. Man kann zwar dann noch mulchen, wenn auf Grund der Feuchte längst nicht mehr gedroschen werden sollte, aber auch dieser Bearbeitungsgang darf ebenso wenig bei zu hoher Feuchte durchgeführt werden. (STEMANN 2003). Erfolgt das Mulchen jedoch nicht zeitnah, kann sich der optimale Zeitpunkt der Stoppelbearbeitung und Aussaat verschieben oder gar verpasst werden.

Hochschnitt kommt nicht in Betracht bei Flächen, die lagern, sehr hängig oder uneben sind. Ebenso scheiden Bestände aus, die einen hohen Anteil Lagerneester aufweisen. Hoch- und Normalschnitt auf einer Fläche durchzuführen ist ungünstig, weil die Saatmaschinen sonst in unterschiedlicher Tiefe ablegen.

Viehhaltende Betriebe, die viel Stroh pressen, werden den Hochschnitt nur als Notmaßnahme zur Qualitätsrettung des Weizens durchführen.

Mittlerweile überarbeiten viele Hersteller ihre Mulchtechnik zielgerichtet auf den Hochschnitt. Der Brachemulcher ist für das anspruchsvolle Mulchen von Langstroh mit höheren Ansprüchen nur bedingt geeignet. Gefordert sind hohe Flächenleistungen, die mit geringem Kraftstoffverbrauch und guter Strohhackselqualität einhergehen.

Die Firma ESM entwickelt einen Unterflurhäcksler, der direkt am Schneidwerk angebracht wird. Er schlegelt die Stoppeln noch bevor sie überfahren werden (Foto 5-22).

Zukünftige Schneidwerke mit größerer Breite, Varioversion, integriertem Rapsmesser u.a. werden ein hohes Gewicht haben, das von einem Unterflurhäcksler zusätzlich erhöht wird. Um die Radlasten zu senken, werden derartige Schneidwerke eventuell auf Rädern geführt.



Foto 5-22: Unterflurhäcksler am Schneidwerk zum Häckseln von Langstroh (Feiffer/ESM)

5.4.2 Monetäre Bewertung

Die monetäre Bewertung der Leistungssteigerung eines Mähdreschers durch Hochschnitt wird an einem Fallbeispiel kalkuliert (Tab. 5-24 und 5-25). Dazu wird folgender Beispielsbetrieb zugrunde gelegt.

Betrieb: 600 ha Druschfläche
 1 Hochleistungsmähdrescher
 300 ha Weizenanteil, davon 200 ha Hochschnitt
 30 cm Hochschnitt im Weizen mit anschließendem Nachhäckseln

Tab. 5-24: Nutzen des Hochschnitts für die Weizenernte in einem Beispielsbetrieb

Nutzen durch Hochschnitt	Erntegefahr durch Witterung/Druschbedingungen		
	gering/trocken	mittel/mittel	hoch/feucht
Leistungssteigerung je nach Druschbedingungen (30-50 %)	30 %	35 %	40 %
Senkung der Qualitätsverluste ¹⁾	1 % ¹⁾	1,5 % ²⁾	2 % ³⁾
Kraftstoffeinsparung durch weniger Strohmasse und stärkere Nutzung der trockenen Erntestunden (6 – 12 l/ha)	6 l/ha	8 l/ha	11 l/ha
Kornfeuchtesenkung durch geringere Widerbefeuchtung (1 – 4 %)	0 %	0,5 %	1 %
Kornfeuchtesenkung durch stärkere Nutzung der trockenen Erntestunden (1 – 4 %)	0,5 %	1 %	1,5 %
Senkung der Druschverluste Dreschwerks- und Reinigungsverluste	0,5 %	1 %	1,5 %

¹⁾ Fallzahlverlust auf 20 ha = 1 % auf Weizenfläche bezogen / bei 15 % Preisabschlag von 200 €/t

²⁾ Fallzahlverlust auf 30 ha = 1,5 % auf Weizenfläche bezogen / bei 15 % Preisabschlag von 200 €/t

³⁾ Fallzahlverlust auf 40 ha = 2 % auf Weizenfläche bezogen / bei 15 % Preisabschlag von 200 €/t

Hinzu kommen weitere Kostenfaktoren, die gesenkt werden können:

Reparatur:	Schäden am Mähdrescher durch Steine oder Überlastung werden vermieden, Häckslermesser am Mähdrescher werden später getauscht.
Lebensdauer:	Durch die geringe Belastung des Mähdreschers verlängert sich seine mögliche Lebensdauer im Betrieb bzw. der Wiederverkaufspreis.
Druschzeitverlängerung:	Der Hochschnitt ermöglicht den täglich früheren Beginn und das längere Dreschen in den Abend-/Nachtstunden. Der Erntetag kann so um 1 – 3 Stunden verlängert werden.
Folgearbeiten:	Die Folgearbeiten können eher einsetzen, wenn die Stoppellänge nur so hoch gewählt wird, dass der zusätzliche Häckselgang wegfällt.

Tab. 5-25: Monetäre Bewertung des Hochschnitts für einen Beispielsbetrieb

Nutzen durch Hochschnitt	Erntegefahr durch Witterung/Druschbedingungen		
	gering/trocken	mittel/mittel	hoch/feucht
Leistungssteigerung / Qualitätserhalt (bezogen auf 200 ha Winterweizen) ¹⁾	15 €/ha	22,50 €/ha	30 €/ha
Kraftstoffeinsparung ²⁾	6 €/ha	8 €/ha	11 €/ha
Kornfeuchtesenkung ³⁾ (Wiederbefeuchtung + Gesamt)	7,50 €/ha	22,50 €/ha	37,50 €/ha
Druschverlustsenkung	7,50 €/ha	15 €/ha	22,50 €/ha
Reparatur / Lebensdauer/ Häckselmesser	3 €/ha	4 €/ha	5 €/ha
Gesamt	39 €/ha	72 €/ha	106 €/ha

¹⁾ Ertrag 7,5 t/ha, Weizenpreis 200 €/t

²⁾ Dieselpreis 1 €/l

³⁾ Trocknungskosten + Schwund Handel: 5 €/t/%; Eigen: 2 – 3 €/t/% (bei 0,5 %: 2.250 t x 1 €/t/%; 200 ha)

Demgegenüber stehen die Kosten des erhöhten Aufwandes der Bodenbearbeitung (Tab. 5-26). Sie können zwischen 39 bis 101 €/ha betragen, ehe der Mähdruschnutzen aufgezehrt ist. Das entspricht etwa 2,6 bis 6,7 % Ertragsverlusten in der Folgekultur, die man im Gegenwert hinnehmen könnte. Es soll jedoch nicht ein Vorteil auf Kosten eines anderen erkaufte, sondern beide Anforderungen – hohe Erntesicherheit sowie gute Strohhackselqualität – müssen vereint werden. Deshalb wird das kostenintensivste Verfahren des zusätzlichen Mulchens den Vorteilen im Mähdrusch entgegengestellt.

In den Hochschnittversuchen kam ein Schlegelmulcher, Typ Sauerburger, und ein Rotormulcher, Typ Spearhead, mit Arbeitsbreiten von 7,7 bzw. 9 m zum Einsatz. Die Flächenleistungen betrugen 7 – 10 ha/h.

Tab. 5-26: Kostenberechnung des Nachhäcksels

Kosten des Nachhäcksels	
Schlepper	6 €/ha
Kraftstoff ¹⁾	3,5 €/ha
Fahrer ²⁾	4 €/ha
Häcksler ³⁾	10 €/ha
Gesamt	23,50 €/ha

¹⁾ Feldversuche Sachsen 2007: Sauerburger /Spearhead mit Schlepper John Deere 8320

Kraftstoffverbrauch: 2,5 – 3,7 l/ha

²⁾ 20 €/h, Ø 7 ha/h Leistung

³⁾ Häcksler: 17 T€, 300 ha Einsatzfläche (200 ha Winterweizen + 100 ha Raps/Mais/Brache, 6 Jahre ND)

Die Zusatzkosten durch das Nachhäckseln betragen bei einem leistungsstarken Mulcher etwa 23 – 25 €/ha. Dagegen steht der Nutzen für den Mähdrusch mit etwa 40 – 100 €/ha. Wenn das Nachhäckseln im Anschluss an den Mähdrusch bei trockenen Bedingungen durchgeführt wird, verbessert sich zusätzlich die Strohhackselqualität als Voraussetzung für die Bodenbearbeitung und den Feldaufgang. Dieser Vorteil verkehrt sich ins Gegenteil, wenn das zeitnahe Häckseln nicht unter guten Bedingungen erfolgen kann.

5.4.3 Zwischenfazit

Mit zunehmenden Mähdrescherleistungen und Schneidwerksbreiten bei gleichzeitig steigenden Anforderungen an die Häckselqualität sucht man nach neuen, technologischen Ansätzen, um sowohl die Erntesicherheit als auch das Strohmanagement auf eine höhere Stufe zu heben.

Beide Kriterien – Ernteverluste sowie Ertragsverluste – werden gleich hoch entgolten. Die Technologie des Hochschnitts kann zur Leistungssteigerung des Mähdreschers um durchschnittlich 20 bis 40 % und damit zu höherer Erntesicherheit führen. In einem nachgeordneten Arbeitsgang wird die Langstoppel gemulcht und hinterlässt eine sehr gute Strohäckselqualität mit verringertem Krankheitsdruck als Voraussetzung für höhere Ertragssicherheit. Der zusätzliche Arbeitsgang erfordert einen höheren logistischen Aufwand. Zeitgleich mit der Ernte und Abfuhr muss ein zusätzlicher Schlepper mit Fahrer bereitgestellt werden.

Betriebe, die nicht nachhäckseln, schneiden auf einer Stoppellänge bis zu 20 cm. Schon in diesem Bereich werden die Vorteile des Hochschnitts zum größten Teil wirksam (Je Zentimeter Stoppellänge = 1,5 bis 2 % Leistungssteigerung). Mit der ersten Stoppelbearbeitung und der folgenden, tieferen Bodenbearbeitung sind bei feuchteren Bodenbedingungen keine Einbußen zu erwarten. Eine Erhöhung der Stoppellänge über 35 cm lohnt nicht mehr. Hochschnitt kann als Notmaßnahme, bei Gefährdung der Ernte, angewandt werden, sollte jedoch gezielt als integraler Bestandteil der Erntetechnologie geplant werden. Erst dann entfalten sich alle Vorteile.

Hochschnitt steigert die Mähdrescherleistung um 20 und im günstigen Falle bis zu 100 %. Die Abfuhrlogistik muss darauf abgestimmt sein. Fehlende Transportfahrzeuge und Annahmleistung im Lager dürfen nicht das Nadelöhr sein. Betriebe mit Hochschnittstechnologie ordnen einem Hochleistungsmähdrescher einen eigenen Umladewagen zu.

Längere Stoppeln führen zu deutlich höheren Fahrgeschwindigkeiten, die der Fahrer bewältigen muss. Er muss die psychologische Barriere überwinden, dass „Schnellfahren“ mit ungenügender Arbeitsqualität verbunden wird. Bei diesen Geschwindigkeiten sind Lenkhilfen unumgänglich. Die automatische Höhenführung des Schneidwerks, die zurzeit bei max. 30 cm liegt, sollte durch den Hersteller erweitert werden.

Die höheren Mähdrescherleistungen durch die Hochschnitttechnologie sollen nicht dazu genutzt werden die Druschfläche des Mähdreschers zu erhöhen. Dadurch verspielt man die Vorteile der Erntesicherheit.

An die Bestandesführung werden höhere Ansprüche gestellt. Lager muss vermieden werden. Mit der differenzierten Bestandesführung erzeugt man homogene Bestände.

Die Hersteller von Mulchgeräten sind gefragt, leichtzügige Mulcher für hohe Flächenleistung und geringen Kraftstoffverbrauch bei gleichzeitig guter Häckselqualität zu entwickeln. Die Intensität von Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet zeigt an, dass stärkere Nachfrage besteht bzw. ein möglicher Trend gesehen wird.

6. Schlussfolgerungen

Anhand der verfahrenstechnischen Beispiele dieser Arbeit wurde die eingangs aufgestellte These bestätigt:

Die Druscheignung ist die zentrale Führungsgröße im Erntemanagement.

Die Druscheignung wird beeinflusst von Sorte, Pflanzenbau und Erntetechnologie in Verbindung mit der Witterung. Sie hat einen hohen, aber bisher völlig unterschätzten, Stellenwert. Sie entscheidet letztlich über die Erntesicherheit und deren Kosten an Verlusten, Qualitäten, Trocknung, Energieverbrauch, Zeitverzug der Folgearbeiten u.v.a.m..

In den Verfahrensabschnitten des Anbaus, der Pflanzenernährung- und gesunderhaltung ist zunächst der Ertrag die Führungsgröße. An diesem Hauptkriterium richten sich alle Maßnahmen aus. Die Druscheignung spielt in dieser Phase der Entscheidungen fast keine Rolle. Erst in der Ernte, dem letzten Abschnitt der Verfahrenskette, wechselt die Führungsgröße vom Ertrag zur Druscheignung.

Betrachtet man sich nun die Auswirkungen der vorangegangenen Maßnahmen von Anbau und Bestandesführung, welche hauptsächlich von Höchstertragsbestrebungen geprägt waren, so können sich diese mitunter sehr negativ auf die Druscheignung auswirken. Die Kosten der sich verschlechternden Druscheignung sind oft höher als der Mehrertrag infolge dieser Maßnahmen einbringt.

Ein bekanntes Beispiel sind die Strobilurine. Mit einer späten Applikation verlängern sie die Assimilation, fördern die Gesunderhaltung und führen zu höheren Erträgen. Durch den Greeningeffekt sind diese Bestände jedoch nur mit geringerer Mähdrescherleistung, höheren Verlusten und Feuchten sowie mit Zeitverzug zu beernten. Die Kosten übersteigen oft den Mehrertrag.

Ebenso ist es bei neuen Sorten, die vornehmlich auf Höchstertrag selektiert werden. Hier kann es zu Kollision mit der Druscheignung kommen. Das kann am Beispiel der neuen Rapssorten nachvollzogen werden. Korn- und Ölertrag haben ein hohes Potenzial, welches durch Züchtung, Anbau und Bestandesführung geschaffen wurde. Es kann gleichwohl nicht ausgeschöpft werden, weil sich die Druscheignung durch die etagenweise Abreife des Schotenpaketes sehr verschlechtert und ein optimaler Erntetermin nicht gefunden werden kann. Erntet man zu früh, schneidet man Ertrag

weg, erntet man später, verschiebt sich der Drusch in die Weizenernte. Beides ist mit hohen Kosten verbunden, die die Ertragsvorteile aufzehren.

Die Verfahrenstechnischen Ansätze, die in der Arbeit dargelegt worden, wie auch diese Beispiele zeigen, dass die Druscheignung nicht erst in der Ernte zur Führungsgröße werden sollte, sondern schon von Anfang an in jeden einzelnen Verfahrensabschnitt einbezogen werden muss.

Wenn innerhalb einer Verfahrenskette die Führungsgröße nicht durchgängig dieselbe bleibt, sondern später wechselt, müssen alle Entscheidungen und Maßnahmen auch mit Blick auf die folgende Führungsgröße abgestimmt werden. Ansonsten produziert man mit viel Aufwand hohe Erträge, die infolge ungünstiger Druscheignung nicht umgesetzt werden können.

Bislang halten sich die einzelnen Branchen von Züchtung, Düngung, Pflanzenschutz und Maschinenbau sehr zurück, die Druscheignung als Führungsgröße anzuerkennen. Auch der Landwirt selbst produziert vorrangig auf Höchstertrag, weil der Ertrag über den Erlös eine schnell errechenbare und monetär vorstellbare Größe ist. Die Druscheignung hingegen ist mit vielen Wechselwirkungen behaftet und setzt eine Kostenspirale in Gang, die in ihren Interaktionen nur sehr schwer nachvollziehbar und errechenbar ist. Deshalb ist die Druscheignung bislang nur ein „gefühltes“ Kriterium und hat den Eingang in die vorgelagerten Entscheidungen noch nicht gefunden.

Die Druscheignung muss zukünftig einheitlich und übergreifend definiert und monetär richtig bewertet werden. Der Zusatznutzen der verbesserten Druscheignung einer Sorte, einer Behandlung, einer Technologie muss messbar werden. Erst dann wird die Druscheignung als eine der Führungsgrößen akzeptiert und verbessert so die Effizienz der gesamten Verfahrenskette.

Die vielfaktoriellen, komplexen Abläufe, von denen die Druscheignung beeinflusst wird, erfordern eine interdisziplinäre Forschung. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde mit der Gründung des „HARVESTPOOL“ getan. Hier verbinden sich Züchter, Mittelhersteller, Technik- und Technologieunternehmen, Berater und andere an der Verfahrenskette Beteiligter zu einer Projektpartnerschaft. Die Innovationen aus diesen Sparten, wie neue Sorten, neue Mittel, neue Techniken und Technologien werden in

ihrer unmittelbaren bzw. gegenseitigen Wirkung auch auf die Druscheignung getestet und bewertet.

Die einzelnen Sparten müssen stärker aufeinander zugehen und intensiver zusammenarbeiten. Erst bei einer Gemeinschaftsarbeit werden die Interaktionen von der Sorte über die Bestandesführung bis zur Ernte erkannt und können zielgerichtet für Weiterentwicklungen genutzt werden. Die Druscheignung kann hier als verbindendes Kriterium fungieren.

7. Zusammenfassung

Beim Parameter „Druscheignung“ eines Bestandes wird gemeinhin angenommen, dass dieses Kriterium durch die Genetik der Sorte und den Witterungsverlauf, weitgehend unbeeinflusst von Landwirt, festgelegt ist. Und dennoch verändert der Landwirt mit all seinen Entscheidungen von der Auswahl der Sorten, über die Düngung, den Pflanzenschutz bis hin zum Erntemanagement die Druscheignung stetig.

Zur Ernte, als letzten Abschnitt der Verfahrenskette, entfaltet die Druscheignung dann außerordentlich große ökonomische Auswirkungen. Im Bundesdurchschnitt wird das installierte Leistungsvermögen eines Mähdreschers mit weniger als 50 % auf dem Feld umgesetzt und die mit der Ernte verbundenen Verluste betragen über 10 %. Dagegen zeigen die „Weltrekorde“, die im Jahre 2008 mit den leistungstärksten Mähdreschern unter Praxisbedingungen erzielt worden, das Potential dieser Technik. Doch nicht das konstruktiv technische Leistungsvermögen eines Mähdreschers bestimmt dessen Effizienz, sondern die Druscheignung in Verbindung mit einer optimalen Arbeitsorganisation.

Um die Druscheignung stärker in den Fokus zu rücken, wurde versucht dieses Kriterium umfassender als bisher zu definieren. Anhand verschiedener Beispiele aus Züchtung, Pflanzenernährung, Pflanzenschutz und Erntetechnologie wurde dargestellt, wie auf die Druscheignung Einfluss genommen werden kann und wie diese Auswirkungen monetär zu bewerten sind.

Aus dem Bereich der Züchtung wurde die Entwicklung eines neuen Wuchstyps bei den Rapshalbzwerge ausgewählt, der mit weniger Biomasse konkurrenzfähige Erträge erzielt. Die Abreife ist einheitlicher, der Erntetermin kann problemloser fixiert werden, der Drusch ist leistungstark und verlustarm.

Bereits mit der Festlegung auf die angebaute Sorte, sollte neben dem Ertrag auch die Druscheignung ein Entscheidungskriterium sein.

Die Auswahl der Sorten und deren Reifestaffelung ist so vorzunehmen, dass die unendliche und kostenlose Energiequelle Sonne zur natürlichen Abreife und Beförderung der Druscheignung genutzt werden kann. Gleichwohl gibt es Situationen, wo ein Bestand erst durch die chemische Trocknung mit höherem monetärem Ergebnis zu dreschen ist. Das wurde am Beispiel der Vorerntesikkation im Raps dargestellt.

Späte und intensiv geführte Sorten sind mit Hilfe einer Sikkation zeitlich früher und leichter zu beernten. Das schafft Erntesicherheit bei geringeren Verlusten, höheren Mähdrescherleistungen und sinkendem Kraftstoffverbrauch.

Auch wenn diese Maßnahme sehr umstritten ist, so ist nicht auszuschließen, dass die Vorerntesikkation über die verbesserte Druscheignung ein Element zur Reifebeschleunigung und Kostensenkung werden kann.

Eine weitere Maßnahme, die Druscheignung positiv zu beeinflussen, ist die differenzierte Stickstoffdüngung. Die bedarfsgerechte Ausbringung des Stickstoffs in Art, Menge und Zeit, entsprechend der kleinräumigen Heterogenität eines Schläges, führt zu einer Homogenisierung der Bestände. Die Dichte und Wuchshöhe der Ähren ist einheitlicher, Lager wird vermieden. Die Bestände reifen gleichmäßiger ab und führen zu etwa 20 Prozent höherer Mähdrescherleistung sowie geringerem Kraftstoffverbrauch. Auch im Mähdrescher gibt es heute moderne Echtzeitsensoren, die Unterschiede in der Bestandesdichte messen können. Mit ihrer Hilfe lässt sich die Mähdreschereinstellung und Fahrweise, in einem ersten aber noch unvollkommenen Schritt, teilschlagbezogen anpassen, um den Gutfluss und damit die Maschinenbelastung zu vereinheitlichen. Mit dieser Sensortechnik kann man auf Bestandesunterschiede zwar reagieren, sie jedoch nicht ausgleichen. Die differenzierte Stickstoffdüngung dagegen homogenisiert einen Teil der Unterschiede als Gratisseffekt bereits im Vorfeld und schafft der Mähdruschtechnik so bessere Bedingungen, um auf höherem Niveau die eingebaute Technik auszuspielen.

Die Druscheignung ist ebenso eine entscheidende Führungsgröße in der Erntetechnologie. Am Beispiel des Hochschnitts wurde verdeutlicht, wie sich die bessere Beerntbarkeit auf Maschinenkosten, Gesamternteverluste, Qualität und Trocknung auswirkt. Hebt man die Stoppellänge um 10 Zentimeter an, lässt sich die Mähdrescherleistung um ca. 15 bis 20 Prozent steigern. Die Leistungssteigerung mit ihren Vorteilen wirkt dabei unmittelbar auf den zu dreschenden Bestand, hat aber zugleich noch weiterreichende Auswirkungen auf die in Folge zu beerntenden Kulturen, weil deren optimales Erntefenster besser eingehalten werden kann. Der Drusch im optimalen Erntefenster wiederum befördert die Druscheignung. Jegliche technologische Maßnahme zur Erhöhung der Feldeffizienz birgt diesen Synergieeffekt.

Natürlich wird sich die Stoppellänge an den betrieblichen Gegebenheiten und Prioritäten ausrichten.

Wenn die Schneidwerksbreiten weiter jenseits der 10 Meter wachsen, könnte sich ein zweigeteiltes Verfahren anbieten, wobei im Drusch die Stoppel länger bleibt, die in einem folgenden Mulcharbeitsgang in hoher Qualität bearbeitet wird.

Diese Beispiele stützen die These: Die Druscheignung ist eine zentrale Führungsgröße im Erntemanagement. Sie unterstreichen zugleich die Forderung, dass die Druscheignung nicht erst zur Ernte diese Führungsrolle übernimmt, sondern auch in den vorgelagerten Verfahrensabschnitten als ein starkes Entscheidungskriterium gelten muss.

Summary

The parameter “threshability” of a stand is commonly assumed to be a criterion defined by the genetics of the strain and the weather conditions which is mainly not influenced by the farmer. Nevertheless, the farmer continuously changes the “threshability” with all his decisions, from the selection of the strains, via the use of fertilizers to the harvest management.

For harvest, as the last stage of the process chain, the threshability develops extraordinarily high economic effects. In the national average, the installed performance capacity of a combine harvester is applied in the field with less than 50 % and the harvest related losses are higher than 10%. On the other hand, the “world records” which have been achieved in 2008 with the most powerful combine harvesters under field conditions represent the potential of this technology. However, the structural-technological performance of a combine harvester does not determine its efficiency, but the threshability in connection with an optimal work management.

To give stronger emphasise to the threshability, it was attempted to define this criterion more comprehensively than before. On the basis of several examples from cultivation, plant nutrition, plant protection and harvest technology it was described, how the threshability can be influenced and how this effect is to be assessed monetarily.

In the field of cultivation, the development of a new growth type of semi-dwarf rape has been selected, which yields competitive returns with less bio mass. Ripeness is more homogeneous, the harvest date can be fixed without problems, threshing is efficient and with low loss.

Even at the time, when the strain to be grown has to be selected the threshability as well as the yield should also be decision criterions.

The strains and the timing of their ripeness should be selected in a way that the sun, the unlimited and no-cost energy source, can be used to control their natural ripeness and improve their threshability. Nevertheless there will be situations where the stand can only be threshed with higher monetary result by the use of chemical drying. This was shown for the example of pre-harvest siccation of rape. Using the method of siccation, late and intensively controlled strains can be harvested earlier and easier. This offers

harvest safety with low loss, higher combine harvester performance and reduced fuel consumption.

Even if this measure is controversial, it is not excluded that the pre-harvest siccation can become an element for ripening advancement and cost reduction through improved threshability.

A further measure to improve the threshability is the differentiated use of nitrogen fertilizers. The need-based spreading of nitrogen referring to type, quantity and time according to the small-scale spatial heterogeneity of a field leads to a homogenisation of the stands. Density and height of growth of the ears will be more homogeneous, laid crop will be avoided. The stands ripen more evenly and this fact causes about 20 percent higher combine harvester performance, as well as reduced fuel consumption.

At the present, there are also modern real-time sensors in the combine harvesters which can measure the different stand densities. They serve for adjusting the settings of the combine harvester and its way of travelling in a first but still incomplete step referred to the partial stand, to harmonize the crop flow and with this, to harmonize the machine load. Though, this sensor technology can be used to react to stand differences, but they cannot be compensated. The differentiated use of nitrogen fertilizers, however, homogenizes the differences partially free of cost already beforehand and provides better conditions for the combine harvesting technology to be able to exploit the integrated technical equipment on a higher level.

The threshability is also a decisive command variable in the harvest technology. Using the example of high-cut top harvest it was clarified how the better harvestability influences the machine costs, the total harvest losses, the quality, and the drying process. If the length of the stubbles is extended by 10 centimetres, the combine harvester performance can be increased by 15 to 20 percent. The higher performance with its advantages, however, directly affects the stand to be threshed, but at the same time, it has further reaching effects on the harvest sequence of the crops to be harvested because their optimal harvest window can be kept better. Threshing within the optimal harvest window promotes the threshability. Every technological measure to increase the field efficiency includes this synergy effect.

Certainly, the stubble length will be adapted to the operational conditions and priorities.

If the mower width increases further beyond 10 metres, a two-part method could be advantageous, whereby the stubble remains longer for the threshing process and will then be processed in a following mulching action of high quality.

These examples support this thesis: The threshability is a central command variable in the harvest management. They also emphasize the requirement that the threshability does not just take over the leading role for the harvest but has also to be considered as a strong decision criterion within the prior stages of the process.

Literaturverzeichnis

AGRICON (2008): Kalkulator zum Yara N-Sensor. Rechenprogramm zur betriebsspezifischen Nutzensermittlung des Einsatzes eines Yara N-Sensors

ALPMANN, L. (2007): Geduld zahlt sich aus. Neue Landwirtschaft 6/2007, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 30-33

AMTLICHES VERSUCHSWESEN DER LÄNDER (2007): Landessortenversuche Raps

ARDENNE VON, PROF., M. (1981): Forschungsbericht Mähdrescherautomation im FZM, Schlieben.

AUERNHAMMER, H. (2005): Anforderungen an standardisierte Algorithmen für die Ertragskartierung – Stand und Überlegungen für eine ISO-Norm. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 17.-18.03.2005 in Hohenheim, Heft 38, S. 199-206

AUERNHAMMER, H.; DEMEL, M. (1993): Lokale Ertragsermittlung beim Mähdrusch. Landtechnik 48, H. 6, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, S. 315-319

AUERNHAMMER, H.; ROTHMUND, M.; DEMEL, M. (2002): Nutzung von Informationen aus der automatischen Prozessdatenerfassung. Landtechnik 57, H. 3, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, S. 148-149

BARTEL, R. (2008): Vor 100 Jahren erhält der Chemiker Fritz Haber ein Patent auf sein Verfahren zur synthetischen Herstellung von Ammoniak. Deutschlandradio Kultur, Kalenderblatt vom 13.10.2008, Berlin

BARTMER, C.-A. (2007): Ölpflanzen im Spannungsfeld der Agrarpolitik Winterraps. DLG-Verlag, Frankfurt/M., S. 3-4

- BASF (2002): Argumente für die Landwirtschaft. Standpunkte Mitteilungsblatt Ausgabe 3, 2002
- BAUMGARTEN, J. (2001): Prozesssimulation verbessert die Entwicklung von Erntemaschinen. Landtechnik 56, H 2, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, S. 440-442
- BECK, F. (1999): Simulation der Trennprozesse im Mähdrescher. Dissertation Universität Stuttgart/Hohenheim, VDI-Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Landtechnik / Lebensmitteltechnik Nr. 92
- BECK, T. (1991): Messverfahren zur Beurteilung des Stoffeigenschafteneinflusses auf die Leistung der Trennprozesse im Mähdrescher. VDI- Fortschritt-Berichte, Reihe 14 (54), Dissertation, Stuttgart.
- BENNINGER, M. (2000): Keine „grünen Brücken“ mehr – Sikkation erleichtert die Ernte. Sonderheft Mähdrusch Trends, Agrimedia Verlag Bergen/Dumme, S. 46-48
- BÖSE, S. (2005): Bei der Saat schon an die Ernte denken. Getreideernte – sauber, sicher, schnell. DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- BRAUER, D. (2007): Geschichte des Rapsanbaus. Winterraps, DLG-Verlag, Frankfurt/M., S. 9-16
- BRUNOTTE, J. (2007): Konservierende Bodenbearbeitung als Beitrag zur Minderung von Bodenschadverdichtungen, Bodenerosion, Run off und Mykotoxinbildung im Getreide. Habil.Schrift, Sonderheft 305, Landbauforschung Volkenrode, FAL Agricultural Research, Braunschweig
- BRUNOTTE, J.; VOßHENRICH, H.-H. (2003): Strohverteilung und Präzisionsstoppelbearbeitung. Getreidemagazin 2/2003, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 114-118

- BUSSE, W. (1981): Mechanisierung der Getreideernte – Revolution für die Kornkammer der Welt. VDI-Berichte Nr. 407, S. 19-26
- BUSSE, W. (1991): Welche Spezifikationen können Mähdrescher im Jahre 2000 haben? Vortrag 6. Dresdner Kolloquium Mähdrescherforschung; 25.-26. September 1991, Tagungsband, S. 93-109
- DÖLGER, D. (2006): Ergänzung ja, Standard nein. DLG-Mitteilungen, Heft 7, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 46-47
- EBMEYER, C. (2004): Wachsen ohne Prämie? DLG-Mitteilungen, Heft 7, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 22-23
- EICKEL, G. (2003): Die Schwachzeitenanalyse. Profi Heft 5, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 86-88
- ERBE, S. (2002): Handbuch Saatgutvermehrung. Hrsg: Erbe, Agri Media, Bergen
- FEIFFER, A. (1999a): Einfluss der Strobilurinanwendung auf das Mähdruschverhalten im Winterweizen. Projektstudie von Novartis und feiffer consult
- FEIFFER, A. (1999b): Reserven in der Getreideproduktion nutzen. Lohnunternehmen 6/99, Verlag Eduard F. Beckmann KG, Lehrte, S. 29
- FEIFFER, A. (2000) Verfahren und Vorrichtung zur Prozeßleittechnik in der Druschfruchternte – Bruchkornsichter. Patentanmeldung Nr.: 100 57 200.6 v. 15.11.2000
- FEIFFER, A. (2003): Verfahren und Vorrichtung zur Prozeßleittechnik in der Druschfruchternte – automatische Abwurfvorrichtung für Verlustprüfschalen mit Siebeinlage zur Abscheideverbesserung. Patentschrift Nr.: 100 62 114 v. 13.12.2003

- FEIFFER, A. (2004a): Homogene Bestände steigern den Gewinn. dlz 5/2004, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, München, S. 42-45
- FEIFFER, A. (2004b): N-Düngung beeinflusst Mähdrescherleistung. Lohnunternehmen 6/2004, Verlag Eduard F. Beckmann KG, Lehrte, S. 30
- FEIFFER, A. (2006a): Examine of the Yara N-Sensor of the efficiency of combine harvester. Engineering, Research Papers of LU of AG 2006, VOL. 7, N01, ISSN 1392-8279
- FEIFFER, A. (2006b): Lassen sich sensorbehandelte Bestände besser dreschen. Der fortschrittliche Landwirt 11/2006, Landwirt Agrarmedien GmbH, Graz, S. 24-25
- FEIFFER, A. (2006c): Raps besser dreschen. dlz 7/2006, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, München, S. 58-60
- FEIFFER, A. (2007a): Brauchen wir in elektronisches Bordbuch. Getreidemagazin Heft 1, Thomas Mann GmbH, Gelsenkirchen, S 64-67
- FEIFFER, A. (2007b): Dreschen Sie nicht zu früh. DLG-Mitteilungen Heft 7, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 56-57
- FEIFFER, A. (2007c): Raps erst nach dem Weizen dreschen. Raps 2/2007, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 86-88
- FEIFFER, A.; DITTMANN, A. (2003): Vorrichtung und Verfahren zur Prozeßleittechnik in der Getreideernte – Verlustprüfschale Patentschrift Nr.: 198 20 819 v. 20.02.2003
- FEIFFER, A.; DITTMANN, A.; STEGER C.; HUCKE, R. (2006): Erste Druschversuche mit Halbzwerge. Raps 4/2006, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 206-209

- FEIFFER, A.; FEIFFER, P.; ALPMANN, L.; STEMANN, P.; KÜHN, L.; STEGER, K.; HUCKE, R. (2007): Empfehlungen zur Rapsernte. RKL-Schriftenreihe Nr.: 4.1.4.1.4, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönnfeld, S. 761-796
- FEIFFER, A.; HESSE, M. (2007): Erntebeschleuniger beim Raps. Raps 4/2007, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 173-177
- FEIFFER, A.; JASPER, J.; LEITHOLD, P.; FEIFFER, P. (2007): Effects of N-Sensor based variable rate N fertilization on combine harvest Papers presented at the 6th European Conference on Precision Agriculture, Shiatos, Greece, 03.-06. June 2007, S. 673-679
- FEIFFER, A.; KOCH, J. (2007): Winter Canola: Semi Dwarf Varieties coming up. ICCHP International Conference on Crop Harvesting Processing, 11. – 14. Februar 2007, Kentucky
- FEIFFER, A.; LANGLOTT, J. (2006): Verfahren zur Steuerung der Arbeitsorgane und der Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers, Patentschrift Nr.: 10 2005 000770 vom 20.07.2006
- FEIFFER, A.; MEHNER, C. (2006a): Kurze oder lange Stoppel. Neue Landwirtschaft 6/2006, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 43-45
- FEIFFER, A.; MEHNER, C. (2006b): Sparpotential von mehr als 50 €/ha. Landwirtschaft ohne Pflug 4/2006, Emminger & Partner GmbH, Berlin, S. 28-31
- FEIFFER, A.; STEGER, S. (2008a): Halbzwerge im zweiten Versuchsjahr. Raps 2/2008, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 96-98
- FEIFFER, A.; STEGER, S.; HESSE, M. (2008b): Wie machen sich die Kurzen? Neue Landwirtschaft 7/2008, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 38-39

- FEIFFER, A.; UHLIG, T. (1996): PC-Programm „Mähdruschassistent zur Berechnung von Mähdreschereinstellung und Erntekosten zur Optimierung des Ernteablaufes
- FEIFFER, A.; WICKENHAGEN, M. (2008): Rausgeschmissenes Geld – Ungünstige Erntesynchronisation kann große Kosten verursachen. Neue Landwirtschaft 6/2008, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 36-38
- FEIFFER, P.; FEIFFER, A.; KUTSCHENREITER, W.; RADEMACHER, T. (2005): Getreideernte – sauber, sicher, schnell. DLG-Verlag, Frankfurt/M., 1. Auflage, 244 S.
- FEIFFER, P. (1962): Bestandesdichteunterschiede Feldversuche. Eigene Feldversuche, Archiv Nordhausen
- FEIFFER, P. (1964): Druschfruchtkonsistenz – Parallel Versuchsserien - Werkstandards. Dt. Agrartechnik, Heft 7, Institut für Getreidewirtschaft, Berlin/Biesdorf, S. 296-300
- FEIFFER, P. (1983): Wissenspeicher Mähdrusch. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 2. Auflage, 328 S.
- FEIFFER, P. (1994): Hilfe zur Selbsthilfe in der russischen Landwirtschaft. Arbeitspapier für Minister Dr. Theo Waigel, übergeben auf der Tagung der Hannes Seidel Stiftung, München, 22 S.
- FEIFFER, P. (2001): Wie sieht der Mähdrescher in 20 Jahren aus? Mähdrusch Trends, Agrimedia Verlag, Bergen/Dumme, S. 60-68
- FEIFFER, P. (2007): Die Reise nach Moskau. Dr. Ziethen Verlag, Oschersleben, ISBN 13: 978-3-938380-48-5, 268 S.
- FEIFFER, P.; FEIFFER, A. (2005): Quo vadis Mähdrusch? VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 17.-18.03.2005 in Hohenheim, Tagungsband Heft 38, S. 207-214

- FEIFFER, P.; FEIFFER, A.; ALGENSTEDT, K.-P.; VOIGT, J.; SPENGLER, A. (1991): Verfahren zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Arbeitsorgane im Mähdrescher nach der Zuflußdicke der Gutmasse. Patentschrift DD 288085 A5 v. 21.03.1991
- FEIFFER, P.; KRAUSE, B. (1969): Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Erntewertes von landwirtschaftlichen Druschpflanzen. Patentschrift Nr.: 69960 der DDR v. 20.11.1969
- GIESY, J.P.; DOBSEN, S.; SOLOMON, K.R. (2000): Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 167: 35-120
- GLESER, H.-J. (2004): Lagergetreide vermeiden! Wachstumsreglereinsatz in Wintergetreide 2004. Getreidemagazin 1/2004, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen S. 20-23
- HARVEST POOL (2006): Brennpunkt Kornqualität. Mitteilungsblatt HARVEST POOL 2006
- HARVEST POOL; SAATEN UNION (2001): Erntekalender Winterungen. Hannover, Isernhagen
- HASERT, G.; MATTHES, H.; NEUBAUER, E. (2003): Anforderungen an einen zukunftssträchtigen Ackerbau. Zukunftsträchtiger Ackerbau, Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin, S. 24
- HAUNUSCH, L.; ALBERT, E. (2000): Bestandesführung im Getreide – Stickstoff automatisch messen und streuen? top agrar Spezial Heft 4, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 14-17
- HERBST, R. (2004a): Echtzeitsensoren für die Stickstoffdüngung. Neue Landwirtschaft 1/2004, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 34-36

- HERBST, R. (2004b): Erhebung von Boden- und Bestandesunterschieden im Online- und Offline-Verfahren. KTBL-Schrift 419, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, S. 3.2-13-14
- HERBST, R. (2004c): Überblick über wichtige Verfahren zur Abschätzung von Boden- und Bestandesunterschieden und deren Bewertung. KTBL-Schrift 419, Precision Farming, Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis – Loseblattsammlung, KTBL-Verlag, Darmstadt, S. 3.2-3.2.2
- HERBST, R.; LAMP, J. (1998): Zur kleinräumigen Heterogenität der Böden Deutschlands und zum Akzeptanzpotential der Teilflächenbewirtschaftung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL-Verlag, Darmstadt, 264, S.33-41
- HERLITZIUS, T. (2005): Prozessdatenerfassung am Mähdrescher an Beispiel John Deere i-Serien Features HarvestSmart und Auto Trac. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 17.-18. März 2005, Hohenheim, Tagungsband S. 183-190
- HILL, L. (1984): Witterungsbedingte Zeitdauer der Strohfeuchte im Schwad als Grundlage für die Verfahrensgestaltung. Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin
- HOFFMANN, T. (1998a): Gestaltung von Technik und Verfahren für die Ernte und Konservierung von Getreide auf der Grundlage witterungsbedingter Kornfeuchten. Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin
- HOFFMANN, T. (1998b): Gestaltung von Technik und Verfahren für die Ernte und Konservierung von Getreide auf der Grundlage witterungsbedingter Kornfeuchten. Forschungsbericht Agrartechnik VDI-MEG Heft 339, Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin
- INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT (2008): Energie – und Klimaeffizienz ausgewählter Biomassekonversionspfade zur Kraftstoffproduktion. Endbericht des IE in Zusammenarbeit mit KWS, Leipzig, 48 S.

- ISENSEE, E. (2003): GPS – Möglichkeiten und Grenzen. RKL Schriftenreihe 4.1.0, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld, S. 1161-1179
- ISENSEE, E. (2008): Getreideernte durch den Hochschnitt. Getreidemagazin 2/2008, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 108-109
- ISENSEE, E.; RECKLEBEN, Y. (2005): Vergleich von Sensorsystemen für die N-Düngung. KTBL Landtechnik (60) Nr. 3, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, S. 138-139
- ISENSEE, E.; WEIßENBACH, M. (2005): Leistungsbedarf und Effekte von Stoppelbearbeitungsgeräten. RKL Schriftenreihe, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld, S. 477 – 515
- KEISER VON H. (2004): Getreidestoppeln nachhäckseln. RKL Schriftenreihe, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld, S. 4-5
- KLÜBENDORF, F. (2008): Bruchkornanalysen angelieferter Partien von Weizen, Gerste und Roggen. Unveröffentlichtes Material, Archiv Sondershausen
- KRÄHLING, K. (2008): Vermeidung von Lager und Verbesserung der Druscheigenschaften durch Züchtung von Maximus-Halbzwerghybriden. Vortrag AGES Akademie, Wien
- KRUMBIEGEL, D.; ALGENSTAEDT, P.; FEIFFER, P.; FEIFFER, A. (1985): Vorausbestimmung des günstigen Arbeitsbeginns bei witterungsbedingter Unterbrechung des Mähdrusches. Getreidewirtschaft 19 (1985), Verlag Technik, Organ der Kammer der Technik, Berlin, S. 159

KRUPP, G. (2008): Persönliche Mitteilung

KUTZBACH, H. D. (2000): Ansätze zur Simulation der Dresch- und Trennprozesse im Mähdrescher. Tagungsband VDI-MEG Tagung Landtechnik 10.-11.10.2000 in Münster, S. 17-22

KUTZBACH, H. D. (2005): Tendenzen in der Mähdrescherentwicklung. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 17.-18.03.2005 in Hohenheim, Tagungsband Heft 38, S. 7-19

LASSEN, M. (2004): Ökonomische Beurteilung der teilflächenspezifischen N-Düngung mittels Reflektionssensor. Masterarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

LEBERECHT, M. (1990a): Witterungsbedingte Dauer der Kornfeuchte als Grundlage für die Verfahrensgestaltung in der Ernte, Konservierung und Lagerung von Getreide. Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin

LEBERECHT, M. (1990b): Witterungsbedingte Kornfeuchten als Grundlage für die Verfahrensgestaltung in der Ernte, Konservierung und Lagerung von Getreide. Dissertation, Humboldt Universität zu Berlin

LEITHOLD, P. (2008): Fehler sind teuer geworden – Flexible N-Düngung im Winterweizen. Neue Landwirtschaft 4/2008, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin S. 40-43

LEITHOLD, P.; VOLK, T. (2007): Präziser Einsatz von Wachstumsreglern – Yara N-Sensor bringt Wachstumsregler teilflächenspezifisch aus. Getreidemagazin 1/2007, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 28-31

LISTNER, G.; AXMANN, M. (1993): Getreideernte mit reduziertem Strohanteil. Landtechnik 48, H. 3, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, S. 115-118

- LOHSE, G. (1981): Abhängigkeit der Korn- und Strohfeuchte von meteorologischen Faktoren. Dissertation, Zentrum für Mechanisierung und Energieanwendung, Schlieben
- LUDOWICY, C.; SCHWAIBERGER, R.; LEITHOLD, P. (2002): Precision Farming, Handbuch für die Praxis. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt/M.
- MÜLLER, M.; HAHN, J. (1989): Technologische Grundlagen für die Landwirtschaft. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1. Auflage, 119 S.
- MÜLLER, M.; HAHN, J. (1993): Modelle witterungsbedingter Abtrocknung und Befeuchtung von reifen Getreidekörnern, Stroh und Welkgut zur Simulation der Dauer von Gutfeuchten für Ernte und Konservierung. VDI-MEG Kolloquium Agrartechnik, Heft 16, Berlin und Bornim, S.160-167
- N.U. AGRAR GMBH, SCHACKENTHAL (2008): Information 21/2008
- NACKE, E. (2005): Analyse des Einflusses einer Änderung von Einsatz- und Leistungsparametern auf die Gesamtwirtschaftlichkeit des Mähdrescherbesatzes. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 17.-18.03.2005 in Hohenheim, Heft 38, S. 69-79
- NACKE, E. (2006): Mähdrescher – Arbeits- und Reparaturkosten. RKL-Schriftenreihe, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld , S. 729-742
- PAKULAT, F. (2007): Versuchsergebnisse zum Hochschnitt. Vortrag vor Beratungsring Erosionsmindernde Landwirtschaft e. V. am 13.07.06 in Barmenitz
- PAKULAT, F. (2008): Versuchsergebnisse zum Hochschnitt. Unveröffentlichtes Material zur Diplomarbeit

- PIOTRASCHKE, H.; LEITHOLD, P. (2007): On-farm Research. RKL-Schriftenreihe, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld, S. 1327-1346
- RADEMACHER, T. (2004a): Erfahrungen mit neuer Mähdruschtechnik. RKL-Schriftenreihe, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld, S 677-712
- RADEMACHER, T. (2004b): Erfahrungen mit neuer Mähdruschtechnik. RKL-Schriftenreihe 4.1.4.14, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönfeld, S.679-712
- RADEMACHER, T. (2005a): Online-Datenerfassung am Mähdrescher zur Optimierung der Verfahrenstechnik der Druschfruchternte. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 17.-18.03.2005 in Hohenheim, Heft 38, S. 167-181
- RADEMACHER, T. (2005b): Wie sieht der Mähdrescher von morgen aus? Getreideernte – sauber, sicher, schnell, DLG-Verlag, Frankfurt, S. 16-48
- RADEMACHER, T. (2006): Sachgerechte Kompromisse sind sinnvoller. profi Heft 8, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster ,S. 60-61
- RADEMACHER, T. (2007): Sanftes Dreschen schont das Korn. top agrar, Heft 7, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S.62-64
- RAMÜNKE, F. (2007): Bruchkornsensor. Persönliche Mitteilung zur Agritechnica 2007, Hannover
- RECKLEBEN, Y. (2003): Qualität schon auf dem Feld ermitteln. Neue Landwirtschaft 3/2003, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 58-60
- RECKLEBEN, Y. (2004): Innovative Echtzeitsensorik zur Bestimmung und Regelung der Produktqualität von Getreide während des Drusches. Dissertation Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

- RECKLEBEN, Y.; KRATZMANN, A. (2006): Lange Stoppel – Kosten sparen? Neue Landwirtschaft 4/2006, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 48-49
- RELYEA, R. A. (2005): The letal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. Ecological Applications volume 15 issue 4 (August 2005): pp.1118-1124
- RENSCH, S. (1998): Erfassung der kleinräumigen Heterogenität, Online Erfassung der Stickstoffversorgung von Pflanzen. KTBL/ATB-Workshop 15.-16. Januar 1998 Potsdam Arbeitspapier 264, KTBL-Schriften-Vertrieb, Landwirtschaftsverlag GmbH Münster
- RISIUS, H.; HAHN, J.; KORTE, H. (2008): Die guten ins Töpfchen.... Neue Landwirtschaft 11/2008, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 52-54
- SCHACHSCHNEIDER, R. (2006): Anbautechnik und Sortenwahl bei Winterweizen. Internetforum Saaten Union, Isernhagen
- SCHACHSCHNEIDER, R. (2007): Klassische Züchtung inklusive Hybridzüchtung. Vortrag DLG-Pflanzenbautagung, Bernburg 20.06.2007
- SCHEFFLER, F.; SCHACHTSCHNABEL, P. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. Enke Verlag, Stuttgart, 14. Auflage
- SCHÖNBERGER, H.; PARZEFALL, J.; BAUER, B.; GEBEL, D.; HANHART, H.; KLINGENHAGEN, G. (2007): Getreide anbauen wie die Profis. top agrar Ratgeber, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 130-135
- SCHÖNLEBER, F. (2007): Schnelle und sichere Rotten durch Mulchen. Mündliche Mitteilung

- SEMMLER, K. (2004): Feldeffizienz in unterschiedlichen Betrieben. Persönliche Mitteilung
- STEIN-BACHINGER, K.; BACHINGER, J.; VÖGEL, R.; WERNER, A. (2000): Feldversuche: Leitfaden für Landwirte. RKL-Schriftenreihe, Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg-Oberrönnfeld, S. 1069-1120
- STEMANN, G.. (2003): Die Stoppeln nach dem Dreschen mulchen? top agrar Heft 7, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 68-70
- STEMANN, G. (2004): In Mähdrescherkapazität oder in Strohhäcksler investieren? Lohnunternehmen, 7/2004, Beckmann Verlag, Lehrte, S. 23-25
- STEMANN, G. (2007): Ergebnisse Rapsdrusch 2007. E-Mail vom 31. Juli 2007
- STEPHANI, A. (2007): Mündliche Mitteilung zu Trocknungs- und Aufbereitungskosten, Raiffeisen-Waren-Zentrale Rhein-Main AG, Ebeleben.
- STOLL, A. (2003): Automatic operation planning for GPS-guided machinery. Precision Agriculture, Tagungsband zur 4th European Conference on Precision Agriculture ECPA, 15.-19.06.2003, Berlin, S. 657 – 667
- VOßHENRICH, H.-H. (2006): Kurze oder lange Stoppeln? DLG-Mitteilungen Heft 2, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 42-45
- VOßHENRICH, H.-H.; RECKLEBEN, Y. (2006): Stroh mulchen kostet Zeit und Energie. Bauernzeitung 29/2006, Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin, S. 28-30
- VOßHENRICH, H.-H.; RECKLEBEN, Y. (2008): Getreideernte durch den Hochschnitt. Getreidemagazin 2/2008, Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, S. 108-109

- VOßHENRICH, H.-H.; RECKLEBEN, Y.; BRUNOTTE, J. (2008): Variable Länge. Bauernzeitung 30/2008, Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin, S. 44-45
- VOßHENRICH, H.-H.; RECKLEBEN, Y.; GATTERMANN, B. (2006): Aufwand vs. Bestellqualität. Neue Landwirtschaft 8/2006, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 34-37
- WACKER, P. (1997): Bestimmung der Druschfähigkeit (Dresch-Index) von Getreide. VDI/MEG-Tagungsband, S. 33-38.
- WACKER, P. (2000): Einfluss des Einsatzes von Fungiziden auf die Stoffeigenschaften von Winterweizen. Landtechnik H..., Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt
- WAGNER, P.; SCHNEIDER, M. (2006): Entscheidungsregeln automatisch generieren. Neue Landwirtschaft 4/2006, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, S. 54-56
- WINTER, K. (2001): Analyse des Einsatzes von Großmaschinen in flächenreichen Betrieben. MEG-Forschungsbericht 368, Dissertation C. Abrecht, Universität Kiel
- ZWIEBEL, S. (2007): Modellierung und Simulation in der Mähdrescherentwicklung (MD) Entwicklungsstand und Entwicklungsziele rechnergestützter Techniken. VDI-MEG Kolloquium Landtechnik am 22./23. März 2007 in Dresden, Heft 39, S. 26-36

Abkürzungen

a	Jahr
Abb.	Abbildung
Anz.	Anzahl
BSA	Bundessortenamt
BtL	Biomass to Liquid
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
Co ₂	Kohlenstoffdioxid
DGPS	Differenzielles Globales Positionierungs System
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
dt/ha	Dezitonne je Hektar
dt	Dezitonne
et al.	Et altara (und andere)
h	Stunde
ha	Hektar
H ₂ O	Wasser
d.h.	das heißt
GPS	Globales Positionierungs System
K	Konstant
km	Kilometer
kg	Kilogramm
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
kWh	Kilowattstunde
lfd.	laufend(en)
l/t	Liter je Tonne
m	Meter
m ²	Quadratmeter
max.	maximal
MD	Mähdrescher
Mio.	Million
mittl.	mittlerer

Abkürzungen

mm	Millimeter
N	Stickstoff
ND	Nutzungsdauer
NDVI	Normalised Difference Vegetative Index
N _{min}	Stickstoffvorrat im Boden
o.a.	oder andere(s)
S.	Seite
sec.	Sekunde
STABW	Standardabweichung
t	Tonne
T	Tausend
Tab.	Tabelle
u.	und
u.a.	und andere(s)
u.v.a.m.	und vieles anderes mehr
U/min	Umdrehung pro Minute
V	Variabel
VMG	Verlustmessgerät
WW	Winterweizen
z.B.	zum Beispiel
zzgl.	zuzüglich
%	Prozent
€	Euro
Ø	Durchschnitt

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Druscheignungsmerkmale und ihre Wechselbeziehungen	12
Abb. 2-2:	Entstehung von Kornbruch im Dreschwerk	15
Abb. 2-3:	Verhältnis von Bruchkorn zu Kleinkornanteilen	16
Abb. 2-4:	Beaufschlagung des Verlustsensors bei trockenem Weizen	21
Abb. 2-5:	Beaufschlagung des Verlustsensors bei feuchter Wintergerste	21
Abb. 2-6:	Errechnete Daten zur Leistung- und Mähdreschereinstellung auf Grund der Einschätzung der Druscheignung und der Festlegung eines Verlustniveaus	24
Abb. 2-7:	Veränderung der Druscheignung über den Tag	26
Abb. 2-8:	Veränderung der Druscheignung über die Erntekampagne	27
Abb. 2-9:	Optimales Erntefenster für Sorte und Maschine	32
Abb. 2-10:	„Erntekalender“ zur Planung der Sorten- und Reifestaffelung	33
Abb. 2-11:	Differenzierung der ährentragenden Halme in einem Bestand	34
Abb. 2-12:	139 N-Steigerungsversuche in WW 1997 – 2006, Zusammenhang zwischen ermitteltem optimalen Ertrag und dazugehöriger N-Menge	36
Abb. 2-13:	N-Monitoring	37
Abb. 2-14:	Weltweite Erträge und Ertragsverluste	40
Abb. 2-15:	Einbußen beim Drusch von Lagergetreide	42
Abb. 2-16:	Entwicklung der Mähdrescherleistung und deren Ausschöpfung	46
Abb. 2-17:	Die Mähdrescherkapazität an den Gesamterntekosten ausrichten	47
Abb. 2-18:	Die Verlustvorgabe am ökonomischen Optimum festmachen	48
Abb. 2-19:	Die Stoppellänge entscheidet über Mähdrusch- und Folgekosten	50
Abb. 5-1:	Entwicklung der Rapsanbauflächen seit 1953 in Deutschland	62
Abb. 5-2:	Mähdrescherleistung und Druschverlust – Versuchsstandort Mönchenholzhausen und Kirchheilingen zusammengefasst	66
Abb. 5-3:	Mähdrescherleistung und Druschverlust – Versuchsstandort Kirchheilingen und Neunheilingen zusammengefasst	67
Abb. 5-4:	Anteil grüner Stängel – Versuchsstandorte Mönchenholzhausen und Kirchheilingen zusammengefasst	70
Abb. 5-5:	Anteil grüner Stängel – Versuchsstandorte Kirchheilingen und Neunheilingen zusammengefasst	70

Abb. 5-6:	Anteil grüner Schoten – Versuchsstandorte Mönchenholzhausen und Kirchheilingen zusammengefasst	70
Abb. 5-7:	Anteil grüner Schoten – Versuchsstandorte Kirchheilingen und Neunheilingen zusammengefasst	70
Abb. 5-8:	Stängeldicke; Versuchsstandorte Mönchenholzhausen und Kirchheilingen zusammengefasst	71
Abb. 5-9:	Stängeldicke; Versuchsstandorte Kirchheilingen und Neunheilingen zusammengefasst	72
Abb. 5-10:	Neue Rapssorten verzögern den Erntetermin	83
Abb. 5-11:	Druschzeitenversuch der Sorte Oase	83
Abb. 5-12:	Kostenentwicklung beim Rapsdrusch zu verschiedenen Ernteterminen	84
Abb. 5-13:	Veränderung des Anteils grüner Stängel vom Applikationstermin bis zum Erntetermin	86
Abb. 5-14:	Veränderung des Anteils grüner Schoten vom Applikationstermin bis zum Erntetermin	87
Abb. 5-15:	Mähdrescherleistung und Mähdrescherverlust in behandelten und unbehandelten Parzellen	88
Abb. 5-16:	Kraftstoffverbrauch in behandelten und unbehandelten Parzellen	89
Abb. 5-17:	Kornfeuchte in behandelten und unbehandelten Parzellen	90
Abb. 5-18:	Erntemenge in behandelten und unbehandelten Parzellen	91
Abb. 5-19:	Abreife	92
Abb. 5-20:	Veränderung der Ausfallverluste vom Applikationstermin bis zum Erntetermin	93
Abb. 5-21:	Sichtbarmachung der Homogenität eines Bestandes zur Ernte	102
Abb. 5-22:	Heterogene Bestände haben keinen optimalen Erntetermin	103
Abb. 5-23:	Leistung und Verlust bei konstanter und variabler Düngung mit Schütttermähdrescher / Aschara und Wagun 2002	106
Abb. 5-24:	Leistung und Verlust bei konstanter und variabler Düngung mit Axialmähdrescher / Görmin und Fahrenwalde 2004	106
Abb. 5-25:	Heterogene Bestandesdichten führen zum Leistungsabfall des Mähdreschers	107
Abb. 5-26:	Anzahl und Schwankungsbereich der Ähren/lfd. Meter in Görmin 2004	108

Abb. 5-27:	Anzahl und Schwankungsbereich der Ähren/lfd. Meter in Fahrenwalde, Sorte Tommi	109
Abb. 5-28:	Anzahl und Schwankungsbereich der Ähren/lfd. Meter in Fahrenwalde, Sorte Hybnos	109
Abb. 5-29:	Heterogene Bestände können nicht einstelloptimiert beerntet werden	109
Abb. 5-30 :	Wuchshöhenverteilung von 22 Ähren in der Sorte Tommi, Fahrenwalde 2004	110
Abb. 5-31:	Wuchshöhenverteilung von 22 Ähren in der Sorte Hybnos, Fahrenwalde 2004	110
Abb. 5-32:	Unterschiedliche Bestandesstruktur von Winterweizen nach Konstanter und Variabler N-Düngung	111
Abb. 5-33:	Abtrocknungsdauer der verschiedenen Wuchsetagen eines Getreidebestandes	112
Abb. 5-34:	Erntezeitverlängerung durch homogene Abreife	112
Abb. 5-35:	Mähdrescherleistung und -Verlust in der Sorte Hybnos, Fahrenwalde 2004	113
Abb. 5-36:	Digitalisierte Lagerzonen in Methau 2004	114
Abb. 5-37:	Mittelwerte der Lagerbonitur in Görmin 2004	115
Abb. 5-38:	Unterschiede im Lageranteil bei konstant und variabel gedüngten Parzellen in der Sorte Tommi, Fahrenwalde 2004	115
Abb. 5-39:	Mähdrescherleistung und Verlust in der Sorte Tommi bei mittlerem Lager, Fahrenwalde 2004	116
Abb. 5-40:	Rohproteinwerte bei konstanter Düngung	118
Abb. 5-41:	Rohproteinwerte bei variabler Düngung	118
Abb. 5-42:	Wiederbefeuchtung des Korns vom Halm bis in den Bunker 1-4 %	124
Abb. 5-43:	Vorteile bei längerer Stoppel	125
Abb. 5-44:	Vorteile und Probleme beim Hochschnitt	126
Abb. 5-45:	Mähdrescherleistungen bei unterschiedlicher Stoppellänge	128
Abb. 5-46:	Druschverlustentwicklung beim Axialmähdrescher im Weizen nach Hoch- und Tiefschnitt	130
Abb. 5-47:	Druschverlustentwicklung – Schüttlermähdrescher	130
Abb. 5-48:	Kraftstoffbedarf bei unterschiedlichen Stoppellängen	131

Abb. 5-49:	Leistungsbedarf des Häckslers bei unterschiedlicher Stoppellänge	132
Abb. 5-50:	Wassergehalt im Getreidehalm – Winterweizen Dekan in Hohenschulen 2005	133
Abb. 5-51:	Wassergehalt im Getreidehalm – Winterweizen Akteur iin Littdorf 2006	133
Abb. 5-52:	Wassergehalt im Getreidehalm – Winterweizen, 2007	134
Abb. 5-53:	Schema zur Halmlänge	135
Abb. 5-54:	Bruchkornanteil im Kornbunker des Mähdreschers, Winterweizen in Reppen 2006	136
Abb. 5-55:	Bruchkornanteil im Kornbunker des Mähdreschers, Winterweizen in Littorf 2007	136
Abb. 5-56:	Gesamtübersicht für Dieserverbrauch und Arbeitszeitbedarf bei unterschiedlicher Stoppelhöhe	139
Abb. 5-57:	Strohdeckungsgrad nach Saat bei unterschiedlicher Stoppellänge	139
Abb. 5-58:	Feldaufgänge im Weizenbestand	140
Abb. 5-59:	Feldaufgänge im Rapsbestand am 24.11.2007 in Littdorf	140
Abb. 5-60:	Strohverteilung nach Tiefschnitt sowie Hochschnitt, Reppen 2006	141

Fotoverzeichnis

Foto 4-1:	Versuchsablauf im On-Farm- Research (Görmin 2003)	53
Foto 4-2:	Kerndrusch in der Versuchsparzelle im Weizen	59
Foto 4-3:	Freigelegte Prüfschalenablageplätze im Raps	59
Foto 4-4:	Auffangen der Verluste mittels Prüfschalen bei Schwadablage	59
Foto 4-5:	Abfüllen der Prüfschaleninhalte in Säcke	60
Foto 4-6:	Etikettieren der Säcke	60
Foto 4-7:	Nachlitern des Kraftstoffverbrauchs	60
Foto 4-8:	Millilitergenaue Messung des Verbrauchs	60
Foto 5-1:	Halbzwerghybride mit kürzerem Wuchs	64
Foto 5-2:	Weniger Durchfahrtschäden durch geringere Wuchshöhe	65
Foto 5-3:	Geschädigte Fahrgasse bei Normalstrohhhybriden nach Blütenspitzung	65
Foto 5-4:	Halbzwerghybride Feldversuch Kirchheilingen 2007	67
Foto 5-5:	Normalstrohhhybride Feldversuch Kirchheilingen 2007	67
Foto 5-6:	Messung der Stängeldicke in unterschiedlicher Höhe	71
Foto 5-7:	Dicke, grüne Stängel setzen im Dreschwerk Feuchtigkeit frei	71
Foto 5-8:	Lager in der Vergleichshybride, Feldversuch 2007 in Kirchheilingen	73
Foto 5-9:	Ausgeschlagene Schoten in der Fahrgasse	85
Foto 5-10:	Körner kleben im Schwad, die Verluste steigen	89
Foto 5-11:	„Gummischoten“ werden im Dreschwerk nicht geöffnet	91
Foto 5-12:	Rapsstroh im Schwad	92
Foto 5-13:	Unausgedroschene Schoten im Schwad	92
Foto 5-14:	Glyphosat bremst den Ausfall	93
Foto 5-15:	Ausgeschlagene Schoten in der Fahrgasse	94
Foto 5-16:	11,4 % Ausfallverluste in der Fahrgasse	94
Foto 5-17:	Umgeknickte Stängel bei Durchfahrt entgegen der Neigerichtung des Bestandes	96
Foto 5-18:	Umgeknickte Stängel bei Durchfahrt mit der Neigerichtung	96
Foto 5-19:	Stoppellänge ist ein ökonomischer Kompromiss	124
Foto 5-20:	Hochschnitt im Weizen	125
Foto 5-21:	Häckseln fördert die Strohrotte	141

Foto 5-22: Unterflurhäcksler am Schneidwerk zum Häckseln von Langstroh 143

Tabellenverzeichnis

Tab. 1-1:	Verlustquellen und Verlustanteile bei der Druschfruchternte	6
Tab. 2-1:	Mess- bzw. Erfassbarkeit der Druscheignungsmerkmale	18
Tab. 2-2:	Echtzeitsensoren und ihre Funktionsweise	38
Tab. 4-1:	Material und Methoden zum Feldversuch Halbzwerghybriden	55
Tab. 4-2:	Material und Methoden zum Feldversuch Vorerntesikkation	56
Tab. 4-3:	Material und Methoden zum Feldversuch differenzierte Stickstoffdüngung	57
Tab. 4-4:	Material und Methoden zum Feldversuch Hochschnitt	58
Tab. 4-5:	Boniturmerkmale in den jeweiligen Feldversuchen	61
Tab. 5-1:	Wuchshöhendifferenzen zwischen Halbzwergh- und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007	68
Tab. 5-2:	Verzweigungsansatz bei Halbzwergh- und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007	69
Tab. 5-3:	Kraftstoffverbrauch bei Halbzwergh- und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007	73
Tab. 5-4:	Ertrag bei Halbzwergh- und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007	74
Tab. 5-5:	Ölgehalt bei Halbzwergh- und Normalstrohhhybriden in den Versuchsjahren 2006 und 2007	75
Tab. 5-6:	Ölgehalt des Versuchsstandortes Neunheilingen 2007	75
Tab. 5-7:	Monetäre Bewertung der Halbzwerghhybride	77
Tab. 5-8:	Erläuterung der Berechnung zum Mehr-/Mindererlös bei Ölgehalten am Beispiel der Versuchsstandorte 2006	78
Tab. 5-9:	Monetäre Bewertung von Lagervermeidung	79
Tab. 5-10:	Einfluss der Sikkation auf den Wassergehalt bei der Sorte Oase zum Erntetermin	87
Tab. 5-11:	Einfluß der Sikkation auf die Kornfeuchte	90
Tab. 5-12:	Ausdruschverluste beim Raps	92
Tab. 5-13:	Verluste durch ausgeschlagene Schoten in der Fahrgasse und bezogen auf verschiedene Arbeitsbreiten	95
Tab. 5-14:	Verluste durch umgefahrene Pflanzen in der Fahrgasse und bezogen auf verschiedene Arbeitsbreiten	95

Tab. 5-15:	Verluste durch ausgeschlagene Schoten und umgefahrene Pflanzen in der Fahrgasse und bezogen auf verschiedene Arbeitsbreiten	96
Tab. 5-16:	Monetäre Bewertung der Vorerntesikkation	97
Tab. 5-17:	Ährenzahl je laufender Meter in konstant bzw. N-Sensor variabel gedüngten Parzellen	108
Tab. 5-18:	Versuchsergebnisse einer kombinierten N-Düngung mit Wachstumsreglern	114
Tab. 5-19:	Kraftstoffverbrauch des Mähdreschers bei variabler Düngung und konstanter Düngung, Fahrenwalde 2004	116
Tab. 5-20:	Erträge bei konstanter Düngung und variabler Düngung mit N- Sensor	117
Tab. 5-21:	Erhöhung des Rohproteingehaltes durch variable N-Düngung	119
Tab. 5-22:	Monetäre Bewertung der differenzierten Stickstoffdüngung mit Yara N-Sensor	120
Tab. 5-23:	Mähdreschereinstellung bei Hochschnitt	138
Tab. 5-24:	Nutzen des Hochschnitts für die Weizenernte in einem Beispielsbetrieb	144
Tab. 5-25:	Monetäre Bewertung des Hochschnitt für einen Beispielsbetrieb	145
Tab. 5-26:	Kostenberechnung des Nachhäcksels	146

Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Anhangverzeichnis

Anhang 1:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen 2006, Versuchsplan	190
Anhang 2:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2006, Versuchsplan	191
Anhang 3:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007, Versuchsplan	192
Anhang 4:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2007, Versuchsplan	193
Anhang 5:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps 2006 und 2007, Boniturplan	194
Anhang 6:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2006, Boniturdaten	195
Anhang 7:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen 2006, Boniturdaten	196
Anhang 8:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2007, Boniturdaten	197
Anhang 9:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007, Boniturdaten	198
Anhang 10:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen 2006, Mähdrescherleistung und Druschverlust	199
Anhang 11:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2006, Mähdrescherleistung und Druschverlust	200
Anhang 12:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007, Mähdrescherleistung und Druschverlust	201
Anhang 13:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2007, Mähdrescherleistung und Druschverlust	203
Anhang 14:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen und Kirchheilingen 2006, Kraftstoffverbrauch	205
Anhang 15:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen und Neunheilingen 2007, Kraftstoffverbrauch	206

Anhang 16:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen und Kirchheilingen 2006, Erträge	207
Anhang 17:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen und Neunheilingen 2007, Erträge	208
Anhang 18:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen und Kirchheilingen 2006, Ölgehalte	209
Anhang 19:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen und Neunheilingen 2007, Ölgehalte	210
Anhang 20:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps, Landessortenversuche 2007	211
Anhang 21:	Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps, Landessortenversuche 2008	212
Anhang 22:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Versuchsplan	213
Anhang 23:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Boniturplan	214
Anhang 24:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Boniturdaten	215
Anhang 25:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Durchfahrschäden – Ausgefallene Schoten	216
Anhang 26:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Durchfahrschäden – Umgeknickte Pflanzen	217
Anhang 27:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Durchfahrschäden – Umgefahrenene Pflanzen	217
Anhang 28:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Mähdrescherleistung und –verlust	218
Anhang 29:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Kraftstoffverbrauch	219
Anhang 30:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Erträge	220
Anhang 31:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Ölgehalte	221
Anhang 32:	Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Kornfeuchten	222
Anhang 33:	Feldversuche zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002, Versuchsanlage in Wagon und Aschara	223
Anhang 34:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2004, Versuchsanlage in Fahrenwalde	224
Anhang 35:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2004, Versuchsanlage in Görmin	225

Anhang 36:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002, Streukarte 2. und 3. Gabe Stickstoff	226
Anhang 37:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002, Streukarte 4. Gabe Stickstoff	227
Anhang 38:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun 2002, Streukarte 2. bis 4. Gabe Stickstoff	228
Anhang 39:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004, Streukarte 2. bis 4. Gabe Stickstoff	229
Anhang 40:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004, Streukarte 2. bis 4. Gabe Stickstoff	230
Anhang 41:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun 2002, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn	231
Anhang 42:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn	234
Anhang 43:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn	237
Anhang 44:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn	239
Anhang 45:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002 bis 2004, Erträge	241
Anhang 46:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002 bis 2004, Kraftstoffverbrauch	241
Anhang 47:	Stickstoffpreise	242
Anhang 48:	Ermittlung der Preiserhöhung in €/dt und €/ha Weizenfläche durch Vermeidung von Problemflächen	243
Anhang 49:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002 bis 2004, Boniturplan	244
Anhang 50:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun 2002, Boniturdaten 30.07. – 01.08.2002	245

Anhang 51:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002, Boniturdaten 26. – 27.07.2002	246
Anhang 52:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004, Boniturdaten	247
Anhang 53:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004, Boniturdaten, 27.05.2004	249
Anhang 54:	Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004, Boniturdaten, 20.06.2004	250
Anhang 55:	Durchsatz und Verbrauch bei unterschiedlichen Stoppellängen (Parallelversuch Hohenschulen)	251
Anhang 56:	Allgemeine Daten zu Hochschnittversuchen	252
Anhang 57:	Verluste beim Hochschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	253
Anhang 58:	Verluste beim Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	254
Anhang 59:	Kornproben beim Hochschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	255
Anhang 60:	Kornproben beim Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	256
Anhang 61:	Verluste im Hochschnitt und Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	257
Anhang 62:	Strohfeuchtegehalte bei unterschiedlichen Schnitthöhe, Feldversuch in Reppen 2006	258
Anhang 63:	Strohfeuchte bei unterschiedlicher Schnitthöhe, Feldversuch in Reppen 2006	259
Anhang 64:	Strohverteilung beim Hochschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	260
Anhang 65:	Strohverteilung beim Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006	261
Anhang 66:	Versuchsplan, Feldversuch in Littdorf 2007	262
Anhang 67:	Variantenplan, Feldversuch in Littdorf 2007	263
Anhang 68:	Mähdrescherleistungen im Feldversuch 2007	264
Anhang 69:	Kornanalysen aus Bunkerprobe, Feldversuch in Littdorf 2007	265
Anhang 70:	Verlustanalyse in der Prüfschale, Feldversuch in Littdorf 2007	266
Anhang 71:	Stoppellänge nach Drusch, Feldversuch in Littdorf 2007	267
Anhang 72:	Strohfeuchte beim Drusch, Feldversuch in Littdorf 2007	268
Anhang 73:	Flächenleistung und Dieserverbrauch beim Mulchen, Feldversuch in Littdorf 2007	269
Anhang 74:	Stoppellänge bei verschiedenen Mulchvarianten, Feldversuch in Littdorf 2007	270

Anhang 75:	Strohzerkleinerung bei verschiedenen Mulchvarianten, Feldversuch in Littdorf 2007	271
Anhang 76:	Feldaufgang bei entsprechender Stoppellänge und Mulchvariante, Feldversuch in Littdorf 2007	272

Anhang

Tabellen und Abbildungen

Anhang 1: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen 2006,
Versuchsplan

Halbzweig		Normalstrohhybrid									
80 m	3. Person	3	4	9	10	15	Fahrgasse	13	14	15	
50 m	2. Person	2	5	8	11	14	Fahrgasse	12	11	10	
50 m	1. Person	1	6	7	12	13	Fahrgasse	1	2	3	
80 m	Durchfahrt	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5		DF 1	DF 2	DF 3	DF 4
Ernterichtung		←	→	←	→	←		←	→	←	→

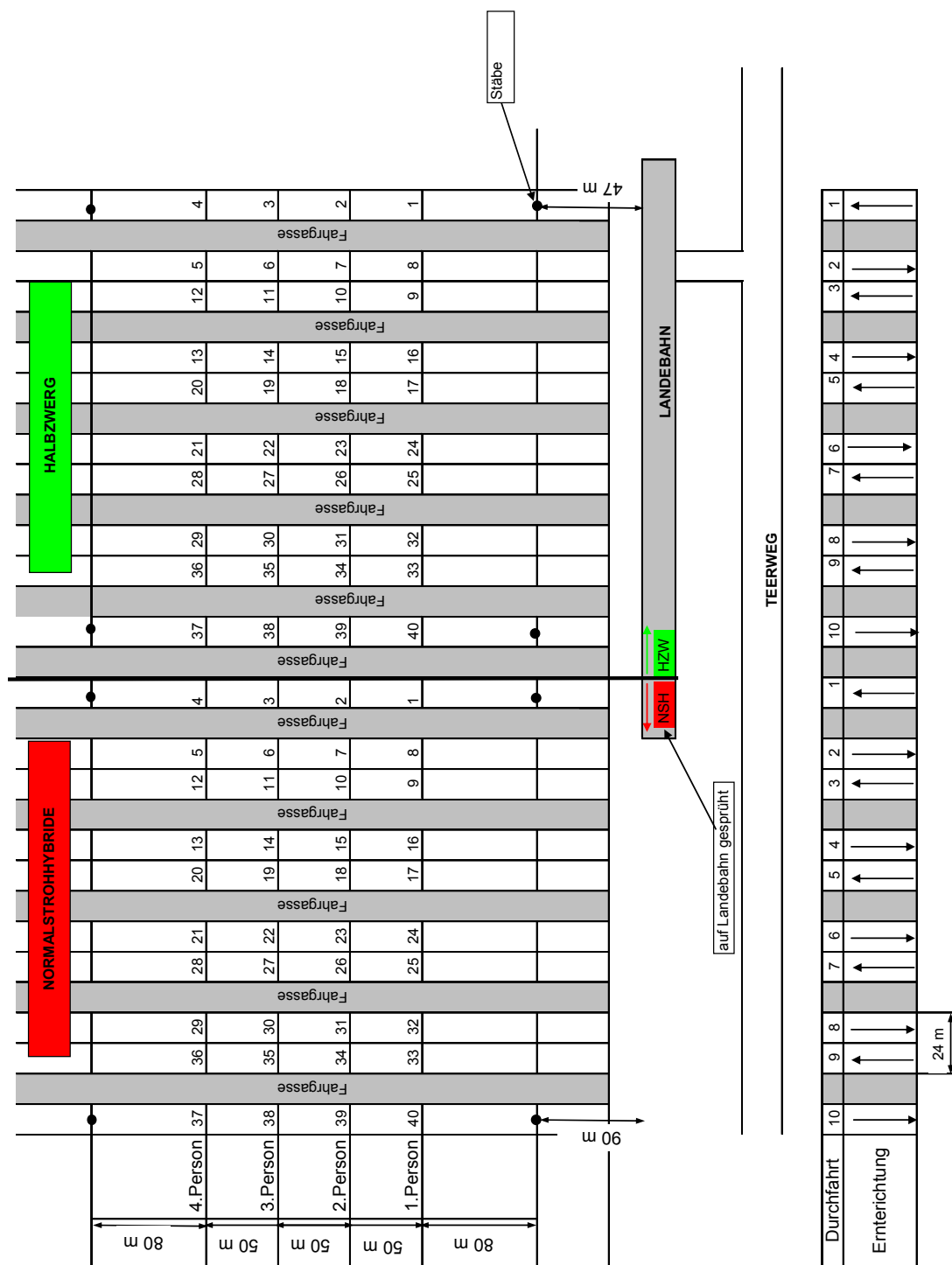
DF = Durchfahrt

Anhang 2: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2006,
Versuchsplan

Personen	Halbzwerghybride								Normalstrohhybride							
	4. Person	3. Person	2. Person	1. Person					4	5						
80 m																
50 m	4	3	2	1					4	5						
50 m	12	11	10	9					12	13						
50 m	20	19	18	17					20	21						
50 m	28	27	26	25					28	29						
80 m																
Durchfahrt	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5	DF 6	DF 7	DF 8	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5	DF 6	DF 7	DF 8
Ernterichtung	←	→	←	→	←	→	←	→	←	→	←	→	←	→	←	→

DF = Durchfahrt

Anhang 3: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007,
Versuchsplan



Anhang 4: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2007,
Versuchsplan



Anhang 5: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps 2006 und 2007, Boniturplan

Parameter	2006		2007	
	Mönchenholzhausen	Kirchheilingen	Neunheilingen	Kirchheilingen
Stängeldicke	26.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	27.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	28.04.2007 02.06.2007 03.07.2007	28.04.2007 02.06.2007
Höhe des Verzweigungsbeginns	26.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	27.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	02.06.2007	02.06.2007
Anzahl der schotentragernde Triebe	26.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	27.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	28.04.2007 02.06.2007 03.07.2007	28.04.2007 02.06.2007
Gesamthöhe	26.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	27.05.2006 23.06.2006 25.07.2006	28.04.2007 02.06.2007 03.07.2007	28.04.2007 02.06.2007
Anzahl der ausgefallene Schoten	25.07.2006	25.07.2006	03.07.2007 09.07.2007 12.07.2007	09.07.2007 12.07.2007
Anzahl grüner Schoten	25.07.2006	25.07.2006	03.07.2007 09.07.2007 12.07.2007	09.07.2007 12.07.2007
Anteil grüner Stängel	25.07.2006	25.07.2006	03.07.2007 09.07.2007 12.07.2007	09.07.2007 12.07.2007
Anteil grüner Blattmasse	25.07.2006	25.07.2006		
Schotenzahl			03.07.2007	

Anhang 6: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2006,
Boniturdaten

Variante	Datum	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)			Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Anteil grüner Blattm.
Normalstroh-	27.05.2006	164,6	15 cm	30 cm	45 cm	51,22	9,44				
Hybrid	23.06.2006	166,2	1,7	1,5	1,4	57,78	8,28				
	25.07.2006	154,7	1,5	1,4	1,2	47,28	9,61	1,72	0,00	3,22	1,50
Mittelwert (gesamt)		161,8	1,6	1,5	1,3	52,1	9,1	1,7	0,0	3,2	1,5

Variante	Standort	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)			Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Anteil grüner Blattm.
Halbzwergh-	27.05.2006	141,6	15 cm	30 cm	45 cm	40,56	9,28				
Hybrid	23.06.2006	146,5	1,6	1,4	1,2	34,33	9,56				
	25.07.2006	134,1	1,4	1,3	1,1	29,61	11,00	2,00	0,00	0,83	0,44
Mittelwert (gesamt)		140,7	1,5	1,3	1,1	34,8	9,9	2,0	0,0	0,8	0,4

Anhang 7: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen 2006,
Boniturdaten

Variante	Datum	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)			Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Anteil grüner Blattm.
Normalstroh- Hybrid	26.05.2006	169,3	2,1	1,9	1,7	60,89	9,72				
	23.06.2006	169,9	2,3	1,7	1,6	50,78	8,28				
	25.07.2006	159,2	1,7	1,5	1,4	57,94	8,72	1,00	1,89	2,44	0,39
Mittelwert (gesamt)		166,1	2,0	1,7	1,6	56,5	8,9	1,0	1,9	2,4	0,4

Variante	Standort	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)			Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Anteil grüner Blattm.
Halbzwerghybrid	26.05.2006	135,0	1,4	1,2	1,0	31,39	8,67				
	23.06.2006	138,8	1,4	1,3	1,0	27,28	9,39				
	25.07.2006	127,6	1,2	1,1	0,9	34,44	8,39	1,28	0,00	0,22	0,11
Mittelwert (gesamt)		133,8	1,3	1,2	1,0	31,0	8,8	1,3	0,0	0,2	0,1

Anhang 8: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2007,
Boniturdaten

Variante	Datum	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)				Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.
			15 cm	30 cm	45 cm	60 cm					
Normalstroh- Hybrid	28.04.2007	143,2	1,6	1,4	1,2			9,1			
	02.06.2007	153,1	1,6	1,4	1,3		50,8	8,6			
	03.07.2007										
	09.07.2007								1,3	14,1	5,9
	12.07.2007								4,4	9,1	5,2
Mittelwert (gesamt)		148,1	1,6	1,4	1,3		50,8	8,8	2,9	11,6	5,6

Variante	Standort	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)				Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.
			15 cm	30 cm	45 cm	60 cm					
Halbzwerghybrid	28.04.2007	103,8	1,2	0,9	0,7			10,0			
	02.06.2007	110,2	1,2	0,9	0,7		23,7	7,8			
	03.07.2007										
	09.07.2007								1,6	11,5	5,5
	12.07.2007								2,4	5,0	4,9
Mittelwert (gesamt)		107,0	1,2	0,9	0,7		23,7	8,9	2,0	8,3	5,2

Anhang 9: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007,
Boniturdaten

Variante	Datum	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)				Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Schoten- zahl
Normalstroh- Hybrid	28.04.2007	139,8	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm		10,7				
	02.06.2007	142,4	1,5	1,3	1,2		50,5	6,9				
	03.07.2007	149,0	1,4	1,2	1,1	1,0		6,0	3,5	6,9	5,1	228,75
	09.07.2007								3,8	0,3	5,1	
	12.07.2007								6,5	0,0	3,5	
Mittelwert (gesamt)		143,7	1,5	1,3	1,1	1,0	50,5	7,9	4,6	2,4	4,6	228,8

Variante	Standort	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)				Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Schoten- zahl
Halbzwerghybrid	28.04.2007	103,8	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm		7,9				
	02.06.2007	106,9	1,2	0,9	0,7		26,0	7,7				
	03.07.2007	115,1	1,1	0,9	0,7	0,5		7,6	4,1	1,4	3,6	302,25
	09.07.2007								5,3	0,0	3,4	
	12.07.2007								7,7	0,0	2,1	
Mittelwert (gesamt)		108,6	1,1	0,9	0,7	0,5	26,0	7,7	5,7	0,5	3,0	302,3

Anhang 10: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen 2006,
Mährescherleistung und Druschverlust

lfd.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrtgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
1	Halbzweig	CTS	7,60	1	3,0	4,69	46,90	26,23	10,69	46,02	0,98
2	Halbzweig	CTS	7,60	1	5,0	4,69	46,90	32,69	17,82	57,35	1,22
3	Halbzweig	CTS	7,60	1	6,1	4,69	46,90	64,41	21,74	112,99	2,41
4	Halbzweig	CTS	7,60	2	3,3	4,69	46,90	27,15	11,76	47,63	1,02
5	Halbzweig	CTS	7,60	2	5,0	4,69	46,90	42,45	17,82	74,48	1,59
6	Halbzweig	CTS	7,60	2	6,0	4,69	46,90	64,70	21,39	113,50	2,42
7	Halbzweig	CTS	7,60	3	3,1	4,69	46,90	17,49	11,05	30,68	0,65
8	Halbzweig	CTS	7,60	3	5,0	4,69	46,90	34,97	17,82	61,35	1,31
9	Halbzweig	CTS	7,60	3	6,1	4,69	46,90	91,95	21,74	161,31	3,44
10	Halbzweig	CTS	7,60	4	3,5	4,69	46,90	30,14	12,48	52,87	1,13
11	Halbzweig	CTS	7,60	4	4,9	4,69	46,90	40,07	17,47	70,30	1,50
12	Halbzweig	CTS	7,60	4	6,4	4,69	46,90	52,55	22,81	92,20	1,97
13	Halbzweig	CTS	7,60	5	3,0	4,69	46,90	11,41	10,69	20,03	0,43
14	Halbzweig	CTS	7,60	5	5,0	4,69	46,90	38,40	17,82	67,36	1,44
15	Halbzweig	CTS	7,60	5	7,1	4,69	46,90	88,79	25,31	155,77	3,32
1	Hybrid	CTS	7,60	1	3,0	4,83	48,30	19,57	11,01	34,33	0,71
2	Hybrid	CTS	7,60	1	4,0	4,83	48,30	33,46	14,68	58,71	1,22
3	Hybrid	CTS	7,60	1	5,2	4,83	48,30	49,51	19,09	86,86	1,80
4	Hybrid	CTS	7,60	2	2,9	4,83	48,30	33,85	10,65	59,39	1,23
5	Hybrid	CTS	7,60	2	3,9	4,83	48,30	45,39	14,32	79,64	1,65
6	Hybrid	CTS	7,60	2	4,8	4,83	48,30	80,23	17,62	140,75	2,91
7	Hybrid	CTS	7,60	3	2,9	4,83	48,30	24,64	10,65	43,23	0,89
8	Hybrid	CTS	7,60	3	3,8	4,83	48,30	42,47	13,95	74,51	1,54
9	Hybrid	CTS	7,60	3	5,3	4,83	48,30	92,32	19,46	161,96	3,35
10	Hybrid	CTS	7,60	4	3,0	4,83	48,30	21,78	11,01	38,22	0,79
11	Hybrid	CTS	7,60	4	3,8	4,83	48,30	32,78	13,95	57,50	1,19
12	Hybrid	CTS	7,60	4	5,2	4,83	48,30	51,54	19,09	90,43	1,87
13	Hybrid	CTS	7,60	5	2,9	4,83	48,30	18,42	10,65	32,32	0,67
14	Hybrid	CTS	7,60	5	3,9	4,83	48,30	53,07	14,32	93,11	1,93
15	Hybrid	CTS	7,60	5	5,2	4,83	48,30	58,88	19,09	103,30	2,14

Anhang 11: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2006,
Mährescherleistung und Druschverlust

lfd.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
1	Halbzwerger	WTS	7,60	1	3,70	5,19	51,90	13,17	14,6	23,10	0,45
2	Halbzwerger	WTS	7,60	1	4,10	5,19	51,90	33,57	16,2	58,89	1,13
3	Halbzwerger	WTS	7,60	1	4,90	5,19	51,90	80,73	19,3	141,64	2,73
4	Halbzwerger	WTS	7,60	1	6,80	5,19	51,90	156,83	26,8	275,15	5,30
5	Halbzwerger	WTS	7,60	2	3,70	5,19	51,90	0,00	14,6	0,00	0,00
6	Halbzwerger	WTS	7,60	2	4,50	5,19	51,90	15,87	17,7	27,84	0,54
7	Halbzwerger	WTS	7,60	2	5,50	5,19	51,90	28,80	21,7	50,53	0,97
8	Halbzwerger	WTS	7,60	2	7,00	5,19	51,90	130,97	27,6	229,77	4,43
9	Halbzwerger	WTS	7,60	3	3,70	5,19	51,90	21,93	14,6	38,48	0,74
10	Halbzwerger	WTS	7,60	3	4,60	5,19	51,90	49,57	18,1	86,96	1,68
11	Halbzwerger	WTS	7,60	3	5,60	5,19	51,90	63,20	22,1	110,88	2,14
12	Halbzwerger	WTS	7,60	3	6,90	5,19	51,90	157,77	27,2	276,78	5,33
13	Halbzwerger	WTS	7,60	4	3,60	5,19	51,90	17,43	14,2	30,58	0,59
14	Halbzwerger	WTS	7,60	4	4,70	5,19	51,90	45,87	18,5	80,47	1,55
15	Halbzwerger	WTS	7,60	4	5,40	5,19	51,90	60,20	21,3	105,61	2,03
16	Halbzwerger	WTS	7,60	4	6,30	5,19	51,90	102,53	24,8	179,88	3,47
17	Halbzwerger	WTS	7,60	5	3,60	5,19	51,90	21,97	14,2	38,54	0,74
18	Halbzwerger	WTS	7,60	5	4,50	5,19	51,90	35,17	17,7	61,70	1,19
19	Halbzwerger	WTS	7,60	5	5,40	5,19	51,90	80,20	21,3	140,70	2,71
20	Halbzwerger	WTS	7,60	5	6,30	5,19	51,90	91,50	24,8	160,53	3,09
21	Halbzwerger	WTS	7,60	6	3,70	5,19	51,90	4,20	14,6	7,37	0,14
22	Halbzwerger	WTS	7,60	6	4,60	5,19	51,90	26,30	18,1	46,14	0,89
23	Halbzwerger	WTS	7,60	6	5,70	5,19	51,90	58,30	22,5	102,28	1,97
24	Halbzwerger	WTS	7,60	6		5,19	51,90	22,00	0	38,60	0,74
25	Halbzwerger	WTS	7,60	7	3,70	5,19	51,90	31,67	14,6	55,56	1,07
26	Halbzwerger	WTS	7,60	7	4,50	5,19	51,90	48,80	17,7	85,61	1,65
27	Halbzwerger	WTS	7,60	7	5,30	5,19	51,90	91,37	20,9	160,29	3,09
28	Halbzwerger	WTS	7,60	7	6,20	5,19	51,90	143,07	24,5	250,99	4,84
29	Halbzwerger	WTS	7,60	8	3,50	5,19	51,90	8,97	13,8	15,73	0,30
30	Halbzwerger	WTS	7,60	8	4,50	5,19	51,90	42,57	17,7	74,68	1,44
31	Halbzwerger	WTS	7,60	8	5,50	5,19	51,90	92,87	21,7	162,92	3,14
32	Halbzwerger	WTS	7,60	8	7,40	5,19	51,90	130,03	29,2	228,13	4,40
1	W 31	WTS	7,60	1	3,50	4,78	47,80	7,03	12,7	12,34	0,26
2	W 31	WTS	7,60	1	4,50	4,78	47,80	2,40	16,3	4,21	0,09
3	W 31	WTS	7,60	1	3,70	4,78	47,80	19,07	13,4	33,45	0,70
4	W 31	WTS	7,60	1	5,10	4,78	47,80	37,77	18,5	66,26	1,39
5	W 31	WTS	7,60	2	3,60	4,78	47,80	10,43	13,1	18,30	0,38
6	W 31	WTS	7,60	2	4,40	4,78	47,80	20,20	16	35,44	0,74
7	W 31	WTS	7,60	2	5,40	4,78	47,80	51,43	19,6	90,23	1,89
8	W 31	WTS	7,60	2	6,50	4,78	47,80	98,77	23,6	173,27	3,62
9	W 31	WTS	7,60	3	3,60	4,78	47,80	16,67	13,1	29,24	0,61
10	W 31	WTS	7,60	3	4,60	4,78	47,80	26,67	16,7	46,78	0,98
11	W 31	WTS	7,60	3	5,00	4,78	47,80	32,90	18,2	57,72	1,21
12	W 31	WTS	7,60	3	6,10	4,78	47,80	146,10	22,2	256,32	5,36
13	W 31	WTS	7,60	4	3,50	4,78	47,80	17,63	12,7	30,94	0,65
14	W 31	WTS	7,60	4	4,40	4,78	47,80	19,60	16	34,39	0,72
15	W 31	WTS	7,60	4	5,50	4,78	47,80	54,70	20	95,96	2,01
16	W 31	WTS	7,60	4	6,40	4,78	47,80	120,43	23,2	211,29	4,42
17	W 31	WTS	7,60	5	3,60	4,78	47,80	11,60	13,1	20,35	0,43
18	W 31	WTS	7,60	5	4,30	4,78	47,80	38,03	15,6	66,73	1,40
19	W 31	WTS	7,60	5		4,78	47,80	1,47	0	2,57	0,05
20	W 31	WTS	7,60	5	5,50	4,78	47,80	56,80	20	99,65	2,08
21	W 31	WTS	7,60	6	3,40	4,78	47,80	10,23	12,4	17,95	0,38
22	W 31	WTS	7,60	6	4,60	4,78	47,80	6,57	16,7	11,52	0,24
23	W 31	WTS	7,60	6	5,60	4,78	47,80	43,53	20,3	76,37	1,60
24	W 31	WTS	7,60	6	6,30	4,78	47,80	57,60	22,9	101,05	2,11
25	W 31	WTS	7,60	7	3,50	4,78	47,80	21,20	12,7	37,19	0,78
26	W 31	WTS	7,60	7	4,50	4,78	47,80	29,47	16,3	51,70	1,08
27	W 31	WTS	7,60	7	5,00	4,78	47,80	27,93	18,2	49,01	1,03
28	W 31	WTS	7,60	7	5,10	4,78	47,80	82,00	18,5	143,86	3,01

Anhang 12: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007,
Mähdrescherleistung und Druschverlust

lfd.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
1	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	1	4,40	4,03	40,26	23,50	16,2	34,24	0,85
2	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	1	6,10	4,03	40,26	62,10	22,5	90,49	2,25
3	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	1	7,60	4,03	40,26	175,40	28	255,59	6,35
4	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	1		4,03	40,26	77,30	0	112,64	2,80
5	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	2	4,50	4,03	40,26	31,70	16,6	46,19	1,15
6	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	2	6,00	4,03	40,26	52,10	22,1	75,92	1,89
7	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	2	7,20	4,03	40,26	139,80	26,5	203,72	5,06
8	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	2	7,90	4,03	40,26	150,30	29,1	219,02	5,44
9	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	3	4,50	4,03	40,26	29,50	16,6	42,99	1,07
10	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	3	5,90	4,03	40,26	76,80	21,7	111,91	2,78
11	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	3	7,10	4,03	40,26	82,60	26,2	120,36	2,99
12	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	3	7,80	4,03	40,26	159,30	28,7	232,13	5,77
13	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	4	4,40	4,03	40,26	18,90	16,2	27,54	0,68
14	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	4	5,90	4,03	40,26	41,20	21,7	60,04	1,49
15	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	4	7,10	4,03	40,26	73,80	26,2	107,54	2,67
16	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	4	8,00	4,03	40,26	135,80	29,5	197,89	4,92
17	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	5	4,40	4,03	40,26	27,60	16,2	40,22	1,00
18	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	5	5,90	4,03	40,26	77,40	21,7	112,79	2,80
19	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	5	6,90	4,03	40,26	96,40	25,4	140,47	3,49
20	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	5		4,03	40,26	158,60	0	231,11	5,74
21	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	6	4,50	4,03	40,26	32,00	16,6	46,63	1,16
22	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	6	5,80	4,03	40,26	22,10	21,4	32,20	0,80
23	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	6	5,80	4,03	40,26	61,40	21,4	89,47	2,22
24	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	6	7,90	4,03	40,26	152,00	29,1	221,49	5,50
25	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	7	4,30	4,03	40,26	26,40	15,8	38,47	0,96
26	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	7	5,80	4,03	40,26	65,90	21,4	96,03	2,39
27	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	7	6,80	4,03	40,26	110,70	25	161,31	4,01
28	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	7	8,00	4,03	40,26	120,30	29,5	175,30	4,35
29	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	8	4,20	4,03	40,26	11,80	15,5	17,19	0,43
30	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	8	5,90	4,03	40,26	23,10	21,7	33,66	0,84
31	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	8	6,90	4,03	40,26	79,40	25,4	115,70	2,87
32	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	8	7,90	4,03	40,26	171,30	29,1	249,62	6,20
33	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	9	4,40	4,03	40,26	25,80	16,2	37,60	0,93
34	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	9	6,00	4,03	40,26	81,50	22,1	118,76	2,95
35	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	9	6,90	4,03	40,26	110,60	25,4	161,17	4,00
36	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	9	7,90	4,03	40,26	149,20	29,1	217,41	5,40
37	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	10	4,30	4,03	40,26	16,00	15,8	23,32	0,58
38	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	10	5,80	4,03	40,26	55,90	21,4	81,46	2,02
39	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	10	6,90	4,03	40,26	81,60	25,4	118,91	2,95
40	Halbzwerghybrid	CX 8090	9,15	10	8,00	4,03	40,26	143,20	29,5	208,67	5,18

Fortsetzung Anhang 12: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Neunheilingen 2007, Mähdrescherleistung und Druschverlust

lfd.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
1	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	4,60	3,69	36,87	27,60	15,5	40,22	1,09
2	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	6,00	3,69	36,87	32,70	20,2	47,65	1,29
3	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	7,60	3,69	36,87	76,70	25,6	111,77	3,03
4	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	7,50	3,69	36,87	367,50	25,3	535,52	14,52
5	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	4,40	3,69	36,87	21,70	14,8	31,62	0,86
6	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	6,00	3,69	36,87	55,50	20,2	80,87	2,19
7	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	7,80	3,69	36,87	105,90	26,3	154,32	4,19
8	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	8,00	3,69	36,87	132,80	27	193,52	5,25
9	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	4,60	3,69	36,87	21,90	15,5	31,91	0,87
10	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	6,20	3,69	36,87	32,90	20,9	47,94	1,30
11	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	5,20	3,69	36,87	34,30	17,5	49,98	1,36
12	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	6,50	3,69	36,87	120,90	21,9	176,17	4,78
13	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	3,90	3,69	36,87	12,30	13,2	17,92	0,49
14	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	6,10	3,69	36,87	61,30	20,6	89,33	2,42
15	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	6,80	3,69	36,87	77,80	22,9	113,37	3,07
16	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	8,00	3,69	36,87	164,80	27	240,15	6,51
17	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	4,10	3,69	36,87	23,90	13,8	34,83	0,94
18	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	6,10	3,69	36,87	61,00	20,6	88,89	2,41
19	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	6,80	3,69	36,87	88,70	22,9	129,25	3,51
20	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	8,00	3,69	36,87	107,40	27	156,50	4,24
21	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	4,50	3,69	36,87	25,30	15,2	36,87	1,00
22	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	5,90	3,69	36,87	70,90	19,9	103,32	2,80
23	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	7,20	3,69	36,87	65,90	24,3	96,03	2,60
24	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	7,70	3,69	36,87	68,20	26	99,38	2,70
25	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	4,50	3,69	36,87	24,70	15,2	35,99	0,98
26	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	5,90	3,69	36,87	64,50	19,9	93,99	2,55
27	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	7,10	3,69	36,87	67,00	24	97,63	2,65
28	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	6,50	3,69	36,87	270,60	21,9	394,32	10,69
29	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	4,40	3,69	36,87	16,20	14,8	23,61	0,64
30	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	5,80	3,69	36,87	31,00	19,6	45,17	1,23
31	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	7,00	3,69	36,87	78,70	23,6	114,68	3,11
32	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	8,00	3,69	36,87	129,80	27	189,14	5,13
33	Normalstroh	CX 8090	9,15	9	4,50	3,69	36,87	25,60	15,2	37,30	1,01
34	Normalstroh	CX 8090	9,15	9		3,69	36,87	71,80	0	104,63	2,84
35	Normalstroh	CX 8090	9,15	9	5,80	3,69	36,87	81,90	19,6	119,34	3,24
36	Normalstroh	CX 8090	9,15	9	7,80	3,69	36,87	139,50	26,3	203,28	5,51
37	Normalstroh	CX 8090	9,15	10	4,40	3,69	36,87	22,80	14,8	33,22	0,90
38	Normalstroh	CX 8090	9,15	10	6,00	3,69	36,87	75,40	20,2	109,87	2,98
39	Normalstroh	CX 8090	9,15	10	7,00	3,69	36,87	74,90	23,6	109,14	2,96
40	Normalstroh	CX 8090	9,15	10	8,00	3,69	36,87	102,10	27	148,78	4,04

Anhang 13: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen 2007,
Mährescherleistung und Druschverlust

lfd.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
1	Halbzwerger	CX 8090	9,15	1	3,80	4,146	41,46	9,00	14,4	13,11	0,32
2	Halbzwerger	CX 8090	9,15	1	4,90	4,146	41,46	27,60	18,6	40,22	0,97
3	Halbzwerger	CX 8090	9,15	1	6,60	4,146	41,46	62,90	25	91,66	2,21
4	Halbzwerger	CX 8090	9,15	1	8,90	4,146	41,46	210,50	33,8	306,74	7,40
5	Halbzwerger	CX 8090	9,15	2	4,10	4,146	41,46	23,50	15,6	34,24	0,83
6	Halbzwerger	CX 8090	9,15	2	5,60	4,146	41,46	46,30	21,2	67,47	1,63
7	Halbzwerger	CX 8090	9,15	2	6,90	4,146	41,46	89,20	26,2	129,98	3,14
8	Halbzwerger	CX 8090	9,15	2	8,70	4,146	41,46	135,50	33	197,45	4,76
9	Halbzwerger	CX 8090	9,15	3	4,00	4,146	41,46	13,90	15,2	20,26	0,49
10	Halbzwerger	CX 8090	9,15	3	5,10	4,146	41,46	28,90	19,3	42,11	1,02
11	Halbzwerger	CX 8090	9,15	3	6,60	4,146	41,46	99,80	25	145,43	3,51
12	Halbzwerger	CX 8090	9,15	3	8,80	4,146	41,46	233,80	33,4	340,69	8,22
13	Halbzwerger	CX 8090	9,15	4	4,10	4,146	41,46	0,50	15,6	0,73	0,02
14	Halbzwerger	CX 8090	9,15	4	5,30	4,146	41,46	59,80	20,1	87,14	2,10
15	Halbzwerger	CX 8090	9,15	4	6,50	4,146	41,46	100,60	24,7	146,59	3,54
16	Halbzwerger	CX 8090	9,15	4	8,60	4,146	41,46	129,00	32,6	187,98	4,53
17	Halbzwerger	CX 8090	9,15	5	4,60	4,146	41,46	26,70	17,5	38,91	0,94
18	Halbzwerger	CX 8090	9,15	5	5,20	4,146	41,46	32,90	19,7	47,94	1,16
19	Halbzwerger	CX 8090	9,15	5	6,50	4,146	41,46	100,90	24,7	147,03	3,55
20	Halbzwerger	CX 8090	9,15	5	8,40	4,146	41,46	119,20	31,9	173,70	4,19
21	Halbzwerger	CX 8090	9,15	6	4,20	4,146	41,46	29,10	15,9	42,40	1,02
22	Halbzwerger	CX 8090	9,15	6	5,10	4,146	41,46	29,10	19,3	42,40	1,02
23	Halbzwerger	CX 8090	9,15	6	6,40	4,146	41,46	78,70	24,3	114,68	2,77
24	Halbzwerger	CX 8090	9,15	6	7,50	4,146	41,46	110,80	28,5	161,46	3,89
25	Halbzwerger	CX 8090	9,15	7	4,30	4,146	41,46	54,70	16,3	79,71	1,92
26	Halbzwerger	CX 8090	9,15	7	5,40	4,146	41,46	55,90	20,5	81,46	1,96
27	Halbzwerger	CX 8090	9,15	7	6,40	4,146	41,46	68,00	24,3	99,09	2,39
28	Halbzwerger	CX 8090	9,15	7	8,20	4,146	41,46	139,70	31,1	203,57	4,91
29	Halbzwerger	CX 8090	9,15	8	4,60	4,146	41,46	10,20	17,5	14,86	0,36
30	Halbzwerger	CX 8090	9,15	8	5,30	4,146	41,46	36,20	20,1	52,75	1,27
31	Halbzwerger	CX 8090	9,15	8	6,70	4,146	41,46	59,90	25,4	87,29	2,11
32	Halbzwerger	CX 8090	9,15	8	7,90	4,146	41,46	165,90	30	241,75	5,83

Fortsetzung Anhang 13: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen
2007, Mähdrescherleistung und Druschverlust

lfd.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
2	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	5,00	3,63	36,31	35,80	16,6	52,17	1,44
3	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	6,00	3,63	36,31	54,80	19,9	79,85	2,20
4	Normalstroh	CX 8090	9,15	1	6,50	3,63	36,31	173,60	21,6	252,97	6,97
5	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	3,00	3,63	36,31	8,60	9,97	12,53	0,35
6	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	4,00	3,63	36,31	31,00	13,3	45,17	1,24
7	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	3,40	3,63	36,31	43,10	11,3	62,81	1,73
8	Normalstroh	CX 8090	9,15	2	4,20	3,63	36,31	70,60	14	102,88	2,83
9	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	3,80	3,63	36,31	7,70	12,6	11,22	0,31
10	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	4,50	3,63	36,31	67,40	15	98,21	2,70
11	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	5,10	3,63	36,31	72,20	16,9	105,21	2,90
12	Normalstroh	CX 8090	9,15	3	7,30	3,63	36,31	142,90	24,3	208,23	5,73
13	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	4,40	3,63	36,31	19,70	14,6	28,71	0,79
14	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	5,30	3,63	36,31	21,60	17,6	31,48	0,87
15	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	5,20	3,63	36,31	67,90	17,3	98,94	2,72
16	Normalstroh	CX 8090	9,15	4	4,30	3,63	36,31	117,60	14,3	171,37	4,72
17	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	3,80	3,63	36,31	9,20	12,6	13,41	0,37
18	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	5,30	3,63	36,31	68,20	17,6	99,38	2,74
19	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	6,50	3,63	36,31	123,10	21,6	179,38	4,94
20	Normalstroh	CX 8090	9,15	5	8,20	3,63	36,31	122,50	27,2	178,51	4,92
21	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	4,30	3,63	36,31	9,40	14,3	13,70	0,38
22	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	5,00	3,63	36,31	42,00	16,6	61,20	1,69
23	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	5,40	3,63	36,31	61,20	17,9	89,18	2,46
24	Normalstroh	CX 8090	9,15	6	4,30	3,63	36,31	7,30	14,3	10,64	0,29
25	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	3,50	3,63	36,31	21,30	11,6	31,04	0,85
26	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	5,00	3,63	36,31	38,90	16,6	56,68	1,56
27	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	6,00	3,63	36,31	89,10	19,9	129,84	3,58
28	Normalstroh	CX 8090	9,15	7	7,40	3,63	36,31	109,00	24,6	158,83	4,37
29	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	4,30	3,63	36,31	14,50	14,3	21,13	0,58
30	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	5,10	3,63	36,31	47,30	16,9	68,93	1,90
31	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	6,00	3,63	36,31	158,30	19,9	230,67	6,35
32	Normalstroh	CX 8090	9,15	8	7,20	3,63	36,31	192,30	23,9	280,22	7,72

Anhang 14: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen und Kirchheilingen 2006, Kraftstoffverbrauch

Mönchenholzhausen

Halbzweig-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	13,47 l/ha	13,71 l/ha	14,98 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	2,8 l/t	2,9 l/t	3,1 l/t
			Ø 13,86 l/ha
			Ø 2,9 l/t

Normalstroh-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	18,25 l/ha	18,73 l/ha	19,77 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	3,8 l/t	3,9 l/t	4,1 l/t
			Ø 18,74 l/ha
			Ø 3,9 l/t

Kirchheilingen

Halbzweig-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 - 6	DF 7 + 8	
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	17,95 l/ha	17,66 l/ha	Ø 17,88 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	3,4 l/t	3,4 l/t	Ø 3,4 l/t

Normalstroh-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5 + 6	DF 7
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	19,59 l/ha	17,56 l/ha	19,59 l/ha	21,13 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	4,1 l/t	3,7 l/t	4,1 l/t	4,4 l/t
				Ø 19,23 l/ha
				Ø 4,0 l/t

Anhang 15: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen und Neunheilingen 2007, Kraftstoffverbrauch

Kirchheilingen

Halbzwergh-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5 + 6	DF 7 + 8	
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	12,12 l/ha	10,78 l/ha	10,04 l/ha	12,56 l/ha	Ø 11,37 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	2,9 l/t	2,6 l/t	2,4 l/t	3,0 l/t	Ø 2,7 l/t

Normalstroh-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5 + 6	DF 7 + 8	
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	14,31 l/ha	14,39 l/ha	16,46 l/ha	16,57 l/ha	Ø 15,4 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	3,9 l/t	3,9 l/t	4,5 l/t	4,6 l/t	Ø 4,3 l/t

Neunheilingen

Halbzwergh-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5 + 6	DF 7 + 8	DF 9 + 10
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	12,61 l/ha	10,73 l/ha	10,61 l/ha	13,62 l/ha	11,23 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	3,1 l/t	2,7 l/t	2,6 l/t	3,4 l/t	2,8 l/t
					Ø 11,76 l/ha
					Ø 2,9 l/t

Normalstroh-Hybrid

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 5 + 6	DF 7 + 8	DF 9 + 10
Kraftstoffverbrauch (l/ha)	11,48 l/ha	10,95 l/ha	10,57 l/ha	11,28 l/ha	11,38 l/ha
Kraftstoffverbrauch (l/t)	3,1 l/t	3,0 l/t	2,9 l/t	3,0 l/t	3,1 l/t
					Ø 11,13 l/ha
					Ø 3 l/t

Anhang 16: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen und Kirchheilingen 2006, Erträge

Mönchenholzhausen

Halbzweig-Hybrid

Waage	4.630 kg
Fläche	260 m x 5 DF = 1.300 m x 7,6 m SWB = 9.880 m ² = 0,988 ha
Ertrag	= 4,69 t/ha

Normalstroh-Hybrid

Waage	4.770 kg
Fläche	260 m x 5 DF = 1.300 m x 7,6 m SWB = 9.880 m ² = 0,988 ha
Ertrag	= 4,83 t/ha

Kirchheilingen

Halbzweig-Hybrid

Waage	9.790 kg
Fläche	310 m x 8 DF = 2.480 m x 7,6 m SWB = 18.848 m ² = 1,884 ha
Ertrag	= 5,19 t/ha

Normalstroh-Hybrid

Waage	7.880 kg
Fläche	310 m x 7 DF = 2.170 m x 7,6 m SWB = 16.492 m ² = 1,649 ha
Ertrag	= 4,78 t/ha

Anhang 17: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen und Neunheilingen 2007, Erträge

Kirchheilingen

Halbzwerghybrid

Waage	6.980 kg
Fläche	230 m x 8 DF = 1.840 m x 9,15 m SWB = 16.836 m ² = 1,6836 ha
Ertrag	= 4,15 t/ha

Normalstroh-Hybrid

Waage	8.240 kg
Fläche	310 m x 8 DF = 2.480 m x 9,15 m SWB = 22.692 m ² = 2,2692 ha
Ertrag	= 3,63 t/ha

Neunheilingen

Halbzwerghybrid

Waage	11.420 kg
Fläche	310 m x 10 DF = 3.100 m x 9,15 m SWB = 28.365 m ² = 2,8365 ha
Ertrag	= 4,03 t/ha

Normalstroh-Hybrid

Waage	10.460 kg
Fläche	310 m x 10 DF = 3.100 m x 9,15 m SWB = 28.365 m ² = 2,8365 ha
Ertrag	= 3,69 t/ha

Anhang 18: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Mönchenholzhausen und Kirchheilingen 2006, Ölgehalte

Mönchenholzhausen

Probe	Ölgehalt in Originalsubstanz in %	Ölgehalt bei 9 % Wasser und vorhandenem Besatz in %
Halbzweig Bunker 1	41,2	40,3
Halbzweig Bunker 2	39,4	38,7
Normalstrohhhybride Bunker 1	39,1	38,3
Normalstrohhhybride Bunker 2	39,6	38,9

Kirchheilingen

Probe	Ölgehalt in Originalsubstanz in %	Ölgehalt bei 9 % Wasser und vorhandenem Besatz in %
Halbzweig Bunker 1	41,6	40,8
Halbzweig Bunker 2	41,4	40,6
Normalstrohhhybride Bunker 1	43,8	42,7
Normalstrohhhybride Bunker 2	43,3	42,2

Anhang 19: Feldversuch zu Halbzwerghybriden im Raps in Kirchheilingen und Neunheilingen 2007, Ölgehalte

Kirchheilingen

Probe	Ölgehalt in Originalsubstanz in %	Ölgehalt bei 9 % Wasser und vorhandenem Besatz in %	Wasser in %
Halbzwerghybride Bunker 1	41,1	40,5	7,6
Halbzwerghybride Bunker 2	41,7	41,1	7,6
Halbzwerghybride Bunker 3	41,6	41,0	7,7
Halbzwerghybride Bunker 4	41,6	40,9	7,6
Normalstrohhhybride Bunker 1	42,0	41,3	7,5
Normalstrohhhybride Bunker 2	41,7	41,0	7,6
Normalstrohhhybride Bunker 3	41,8	41,2	7,5
Normalstrohhhybride Bunker 4	41,8	41,2	7,6

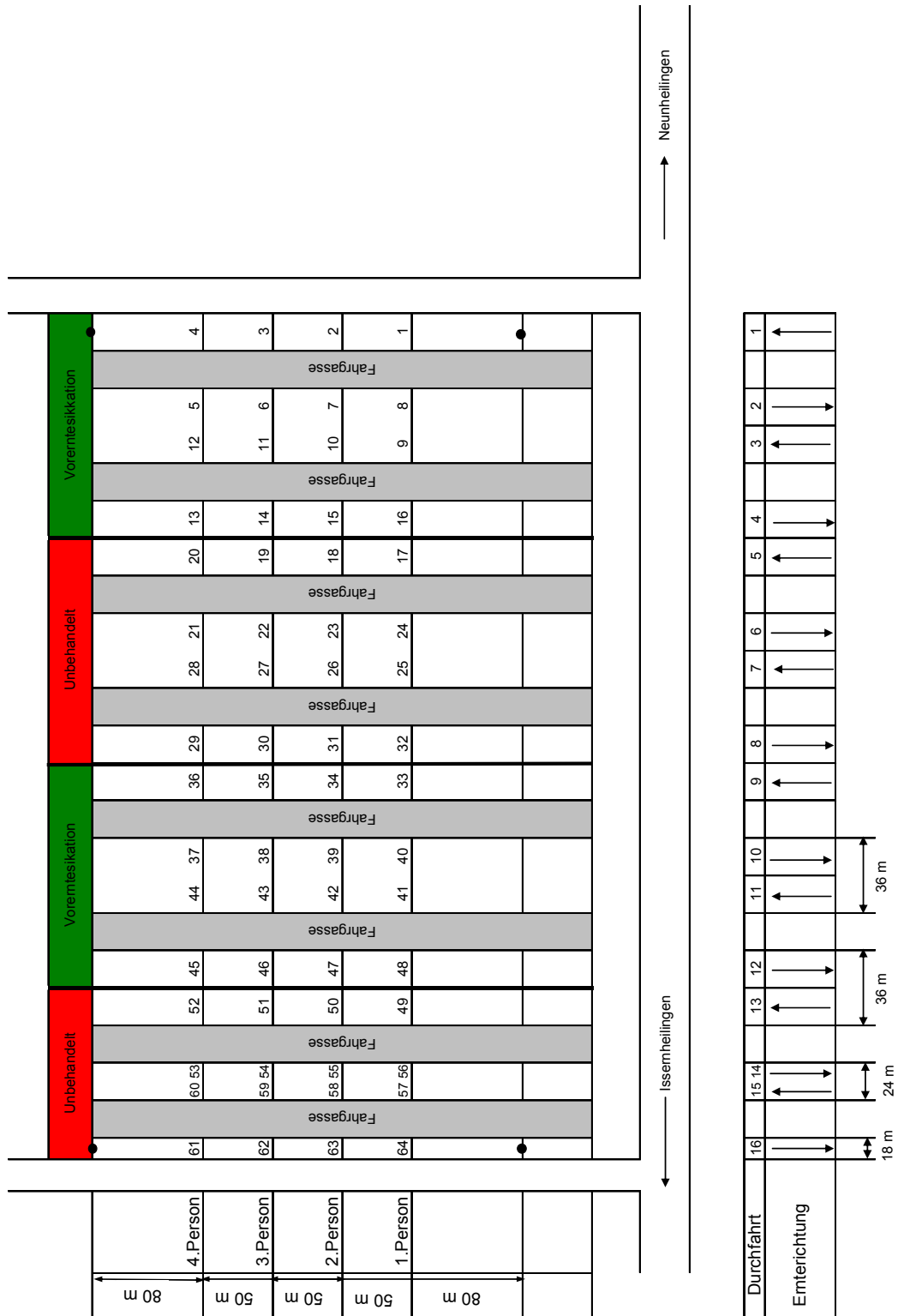
Neunheilingen

Probe	Ölgehalt in Originalsubstanz in %	Ölgehalt bei 9 % Wasser und vorhandenem Besatz in %	Wasser in %
Halbzwerghybride Bunker 1	43,6	42,8	7,2
Halbzwerghybride Bunker 2	43,9	43,0	7,2
Halbzwerghybride Bunker 3	43,1	42,3	7,3
Halbzwerghybride Bunker 4	43,7	42,8	7,2
Halbzwerghybride Bunker 5	43,8	43,0	7,3
Normalstrohhhybride Bunker 1	45,6	44,6	7,0
Normalstrohhhybride Bunker 2	45,5	44,5	7,0
Normalstrohhhybride Bunker 3	45,9	44,9	7,0
Normalstrohhhybride Bunker 4	44,8	43,8	7,0
Normalstrohhhybride Bunker 5	45,0	44,0	7,0

rot = neue oder geänderte Standorte

Quelle: Amtliches Versuchswesen der Länder, LK SH

Anhang 22: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Versuchsplan



Anhang 23: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Boniturplan

Parameter	2007
	Neunheilingen
Stängeldicke	28.04.2007
	02.06.2007
	03.07.2007
Höhe des Verzweigungsbeginns	02.06.2007
	03.07.2007
Anzahl schotentragender Triebe	28.04.2007
	02.06.2007
	03.07.2007
Gesamthöhe	28.04.2007
	02.06.2007
	03.07.2007
Anzahl der ausgefallene Schoten	03.07.2007
	09.07.2007
	12.07.2007
	17.07.2007
Anzahl grüner Schoten	03.07.2007
	09.07.2007
	12.07.2007
	17.07.2007
Anteil grüner Stängelmasse	03.07.2007
	09.07.2007
	12.07.2007
	17.07.2007
Schotenzahl	03.07.2007

Anhang 24: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Boniturdaten

Variante	Datum	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)				Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Schoten- zahl
Monsanto	28.04.2007	157,4	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm		8,3				
unbehandelt	02.06.2007	170,6	1,8	1,6	1,4		64,8	8,0				
	03.07.2007	173,7	1,7	1,6	1,5	1,3	67,4	6,4	0,5	21,4	5,8	285
	09.07.2007								2,4	15,5	5,6	
	12.07.2007								6,3	10,8	5,6	
	17.07.2007								10,2	2,2	3,3	
Mittelwert (gesamt)		167,2	1,8	1,6	1,4	1,3	66,1	7,6	4,9	12,5	5,1	285,0

Variante	Standort	Gesamt- höhe (cm)	Stängeldicke bei (cm)				Verzweigungs- beginn (cm)	Anzahl schoten- tragender Triebe	Anzahl ausge- fallener Schoten	Anzahl grüner Schoten	Anteil grüner Stängelm.	Schoten- zahl
Monsanto	28.04.2007	156,0	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm		8,7				
Sikkation	02.06.2007	170,5	1,9	1,6	1,4		62,4	7,5				
	03.07.2007	172,3	1,7	1,5	1,5	1,3	66,5	6,4	0,3	21,0	6,0	271,75
	09.07.2007								2,1	12,7	5,4	
	12.07.2007								3,6	4,4	4,4	
	17.07.2007								6,6	0,2	1,7	
Mittelwert (gesamt)		166,3	1,8	1,6	1,4	1,3	64,5	7,5	3,2	9,6	4,4	271,8

Anhang 25: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007,

Durchfahrschäden – Ausgefallene Schoten

Pflanzen	Ausgefallene Schoten je Pflanze									
	mit Neigerichtung des Raps			entgegen Neigerichtung des Raps		entgegen Neigerichtung des Raps		mit Neigerichtung des Raps		
	Stand 1	Stand 2	Stand 3	Stand 4	Stand 5	Stand 6	Stand 7	Stand 8	Stand 9	Stand 10
1	21	0	25	37	24	8	45	35	5	59
2	11	5	2	19	5	4	15	6	44	41
3	142	0	16	1	23	45	82	113	10	13
4	8	6	19	28	20	83	5	8	70	2
5	6	30	48	5	16	18	13	124	9	83
6	34	12	7	2	26	66	46	119	0	0
7	6	13	9	0	10	13	22	111	0	39
8	49	19	12	53	156	65	28	155	15	4
9	45	11	16	24	8	88	1	44	93	22
10	37	0	16	3	86	210	12	3	15	83
11	82	15	13	0	47	47	57	7	1	254
12	8	1	4	21	27	189	128	10	14	54
13	79	6	15	43	9	111	17	18	45	34
14	50	0	32	63	78	74	166	73	8	14
15	3	18	8	18	21	8	156	40	37	69
16	3	44	12	10	96	70	22	26	10	47
17	4	11	39	1	9	14	10	131	43	9
18	27	10	33	24	57	122	41	63	6	76
19	5	7	44	14	19	5	23	106	3	29
20	13	10	0	3	60	0	16	138	17	4
21	52	5	79	0	52	3	66	76	8	54
22	43	4	2	25	27	34	90	32	59	46
23	46	26	3	0	4	20	15	3	29	59
24	38	54	10	14	32	64	0	255	114	23
25	34	37	13	120	19	141	0	60	120	59
26	36	3	30	59	26	173	0		39	36
27	41	5	0	5	34		32		50	68
28	88	21	36	68	214		44		31	57
29	47	12	2	142			95		18	
30	12	8	6	56			62		4	
31	3	3	51	24			143		23	
32	6	27		24					7	
33	9	33		9					25	
34	3	69		6					3	
35	3	2		14					89	
36	6	14							4	
37									62	
38									57	
39										
40										
Durchschnitt	30,56	15,03	19,42	26,71	43,04	64,42	46,84	70,24	31,24	47,79
	MW Stand 4-7			45,25	MW Stand 1-3, 8-10			35,71		
								Mittelwert:	39,53	

Anhang 26: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007,
Durchfahrschäden – Umgeknickte Pflanzen

Pflanzen	Umgeknickte Pflanzen je m ² infolge Durchfahrt									
Pfl./m ² gesamt	30	31	35	42	29	27	33	24	38	30
davon geknickt	2	2	4	32	12	16	5	9	3	0
Mittelwerte:	Pflanzen gesamt:		31,9	32,75	MW Stand 4-7			31,33	MW Stand 1-3, 8-10	
	davon umgeknickt:		8,5	16,25	MW Stand 4-7			3,33	MW Stand 1-3, 8-10	

Anhang 27: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007,
Durchfahrschäden – Umgefahrne Pflanzen

Umgefahrne Pflanzen je zwei laufender Meter in der Fahrgasse									
mit Neigerichtung						entgegen Neigerichtung			
Stand 1	Stand 2	Stand 3	Stand 4	Stand 5	Stand 6	Stand 7	Stand 8	Stand 9	Stand 10
5	15	7	8	32	28	2	22	9	14
entgegen Neigerichtung						mit Neigerichtung			
Stand 11	Stand 12	Stand 13	Stand 14	Stand 15	Stand 16	Stand 17	Stand 18	Stand 19	Stand 20
5	5	8	24	5	1	0	10	4	7
Mittelwert: mit Neige- richtung	11,6								
Mittelwert: entgegen Neige- richtung	9,5								

Anhang 28: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007,

Mähdrescherleistung und –verlust

Ild.Nr.	Sorte	Maschine	Schneidwerksbreite in m	Durchfahrt	Fahrtgeschw. in km/h	Ertrag in t/ha	Ertrag in dt/ha	Verluste in g	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %
1	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	1	4,10	3,99	39,92	37,10	15	54,06	1,35
2	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	1	4,80	3,99	39,92	36,80	17,5	53,62	1,34
3	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	1	6,80	3,99	39,92	86,10	24,8	125,46	3,14
4	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	1	7,10	3,99	39,92	95,50	25,9	139,16	3,49
5	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	2	4,00	3,99	39,92	24,70	14,6	35,99	0,90
6	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	2	5,00	3,99	39,92	39,40	18,3	57,41	1,44
7	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	2	6,10	3,99	39,92	68,50	22,3	99,82	2,50
8	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	2	7,50	3,99	39,92	121,80	27,4	177,49	4,45
9	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	3	4,10	3,99	39,92	20,30	15	29,58	0,74
10	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	3	5,20	3,99	39,92	39,50	19	57,56	1,44
11	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	3	5,80	3,99	39,92	52,40	21,2	76,36	1,91
12	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	3	6,70	3,99	39,92	92,20	24,5	134,35	3,37
13	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	4	4,00	3,99	39,92	16,50	14,6	24,04	0,60
14	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	4	5,20	3,99	39,92	35,40	19	51,58	1,29
15	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	4	6,20	3,99	39,92	66,10	22,6	96,32	2,41
16	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	4	7,80	3,99	39,92	135,00	28,5	196,72	4,93
33	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	9	4,20	3,99	39,92	33,90	15,3	49,40	1,24
34	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	9	5,50	3,99	39,92	59,50	20,1	86,70	2,17
35	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	9	5,90	3,99	39,92	78,10	21,6	113,81	2,85
36	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	9	3,00	3,99	39,92	18,30	11	26,67	0,67
37	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	10	4,30	3,99	39,92	25,60	15,7	37,30	0,93
38	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	10	4,80	3,99	39,92	24,30	17,5	35,41	0,89
39	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	10	5,70	3,99	39,92	22,70	20,8	33,08	0,83
40	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	10	7,60	3,99	39,92	52,50	27,8	76,50	1,92
41	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	11	4,20	3,99	39,92	65,20	15,3	95,01	2,38
42	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	11	4,80	3,99	39,92	30,10	17,5	43,86	1,10
43	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	11	5,40	3,99	39,92	36,50	19,7	53,19	1,33
44	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	11	6,30	3,99	39,92	75,40	23	109,87	2,75
45	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	12	4,50	3,99	39,92	11,30	16,4	16,47	0,41
46	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	12	4,70	3,99	39,92	15,00	17,2	21,86	0,55
47	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	12	6,10	3,99	39,92	20,30	22,3	29,58	0,74
48	Vorerntesikk	CR 8060	9,15	12	6,60	3,99	39,92	57,30	24,1	83,50	2,09
17	Unbehandelt	CR 8060	9,15	5	4,50	3,83	38,34	44,20	15,8	64,41	1,68
18	Unbehandelt	CR 8060	9,15	5	5,10	3,83	38,34	45,00	17,9	65,57	1,71
19	Unbehandelt	CR 8060	9,15	5	5,60	3,83	38,34	53,40	19,6	77,81	2,03
20	Unbehandelt	CR 8060	9,15	5	5,60	3,83	38,34	39,20	19,6	57,12	1,49
21	Unbehandelt	CR 8060	9,15	6	3,80	3,83	38,34	16,60	13,3	24,19	0,63
22	Unbehandelt	CR 8060	9,15	6	3,90	3,83	38,34	33,80	13,7	49,25	1,28
23	Unbehandelt	CR 8060	9,15	6	4,60	3,83	38,34	35,20	16,1	51,29	1,34
24	Unbehandelt	CR 8060	9,15	6		3,83	38,34	16,90	0	24,63	0,64
25	Unbehandelt	CR 8060	9,15	7	4,00	3,83	38,34	34,80	14	50,71	1,32
26	Unbehandelt	CR 8060	9,15	7	4,20	3,83	38,34	48,30	14,7	70,38	1,84
27	Unbehandelt	CR 8060	9,15	7	3,80	3,83	38,34	19,20	13,3	27,98	0,73
28	Unbehandelt	CR 8060	9,15	7	5,30	3,83	38,34	64,00	18,6	93,26	2,43
29	Unbehandelt	CR 8060	9,15	8	4,10	3,83	38,34	48,10	14,4	70,09	1,83
30	Unbehandelt	CR 8060	9,15	8	5,00	3,83	38,34	57,50	17,5	83,79	2,19
31	Unbehandelt	CR 8060	9,15	8	5,80	3,83	38,34	72,40	20,3	105,50	2,75
32	Unbehandelt	CR 8060	9,15	8	3,90	3,83	38,34	34,20	13,7	49,84	1,30
49	Unbehandelt	CR 8060	9,15	13	4,00	3,83	38,34	22,00	14	32,06	0,84
50	Unbehandelt	CR 8060	9,15	13	5,00	3,83	38,34	37,20	17,5	54,21	1,41
51	Unbehandelt	CR 8060	9,15	13	6,00	3,83	38,34	81,20	21	118,32	3,09
52	Unbehandelt	CR 8060	9,15	13	6,30	3,83	38,34	81,60	22,1	118,91	3,10
53	Unbehandelt	CR 8060	9,15	14	4,40	3,83	38,34	12,40	15,4	18,07	0,47
54	Unbehandelt	CR 8060	9,15	14	5,30	3,83	38,34	49,80	18,6	72,57	1,89
55	Unbehandelt	CR 8060	9,15	14	5,90	3,83	38,34	52,40	20,7	76,36	1,99
56	Unbehandelt	CR 8060	9,15	14	6,80	3,83	38,34	80,20	23,9	116,87	3,05
57	Unbehandelt	CR 8060	9,15	15	4,20	3,83	38,34	33,40	14,7	48,67	1,27
58	Unbehandelt	CR 8060	9,15	15	5,00	3,83	38,34	45,80	17,5	66,74	1,74
59	Unbehandelt	CR 8060	9,15	15	5,10	3,83	38,34	39,50	17,9	57,56	1,50
60	Unbehandelt	CR 8060	9,15	15	6,00	3,83	38,34	108,30	21	157,81	4,12
61	Unbehandelt	CR 8060	9,15	16	4,20	3,83	38,34	18,40	14,7	26,81	0,70
62	Unbehandelt	CR 8060	9,15	16	4,70	3,83	38,34	24,90	16,5	36,28	0,95
63	Unbehandelt	CR 8060	9,15	16	5,70	3,83	38,34	48,90	20	71,26	1,86
64	Unbehandelt	CR 8060	9,15	16	6,40	3,83	38,34	61,10	22,5	89,03	2,32

Anhang 29: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Kraftstoffverbrauch

Vorerntesikkation

Durchfahrten	DF 1 + 2	DF 3 + 4	DF 9 + 10	DF 11 + 12
Tanken je 2 DF	7,55 l	9,02 l	8,13 l	9,52 l
Versuchsstrecke Wendestrecke á 15 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m
Strecke gesamt	650 m	650 m	650 m	650 m
Fläche	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha
Kraftstoff- verbrauch abzgl. Wartezeit (5 min = 1,53 l)	7,55 l / 0,595 ha = x / 1 ha 12,69 = l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l	9,02 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 15,16 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l	8,13 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 13,66 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l	9,52 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 16,00 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l
Kraftstoff- verbrauch (l/ha)	12,69 l/ha - 2,75 l = 9,94 l/ha	15,16 l/ha - 2,75 l = 12,41 l/ha	13,66 l/ha - 2,75 l = 10,91 l/ha	16,00 l/ha - 2,75 l = 13,25 l/ha
Kraftstoff- verbrauch (l/t)	2,5 l/t	3,1 l/t	2,7 l/t	3,3 l/t
				Ø 11,62 l/ha Ø 2,9 l/t

Unbehandelt

Durchfahrten	DF 5 + 6	DF 7 + 8	DF 13 + 14	DF 15 + 16
Tanken je 2 DF	10,48 l	9,66 l	10,00 l	9,82 l
Versuchsstrecke Wendestrecke á 15 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m	310 m x 2 DF = 620 m 15 m x 2 = 30 m
Strecke gesamt	650 m	650 m	650 m	650 m
Fläche	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha	650 m x 9,15 m SWB = 0,595 ha
Kraftstoff- verbrauch abzgl. Wartezeit (5 min = 1,53 l)	10,48 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 17,61 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l	9,66 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 16,23 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l	10,00 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 16,81 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l	9,82 l / 0,595 ha = x / 1 ha = 16,50 l/ha 1,8 x 1,53 l = 2,75 l
Kraftstoff- verbrauch (l/ha)	17,61 l/ha - 2,75 l = 14,86 l/ha	16,23 l/ha - 2,75 l = 13,48 l/ha	16,81 l/ha - 2,75 l = 14,06 l/ha	16,50 l/ha - 2,75 l = 13,75 l/ha
Kraftstoff- verbrauch (l/t)	3,9 l/t	3,5 l/t	3,7 l/t	3,6 l/t
				Ø 14,04 l/ha Ø 3,7 l/t

Anhang 30: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Erträge

Vorerntesikkation

Waage	9.060 kg
Fläche	310 m x 8 DF = 2.480 m x 9,15 m SWB = 22.692 m ² = 2,2692 ha
Ertrag	= 3,99 t/ha

Unbehandelt

Waage	8.782 kg
Fläche	310 m x 8 DF = 2.480 m x 9,15 m SWB = 22.692 m ² = 2,2692 ha
Ertrag	= 3,87 t/ha

Anhang 31: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Ölgehalte

Probe	Ölgehalt in Originalsubstanz in %	Ölgehalt bei 9 % Wasser und vorhandenem Besatz in %	Wasser in %
Vorerntesikkation Bunker 1	44,4	43,5	7,1
Vorerntesikkation Bunker 2	44,9	43,9	7,0
Vorerntesikkation Bunker 3	45,1	44,1	6,9
Vorerntesikkation Bunker 4	44,7	43,7	6,9
Unbehandelt Bunker 1	44,9	43,9	6,9
Unbehandelt Bunker 2	45,1	44,0	6,8
Unbehandelt Bunker 3	44,9	43,9	6,8
Unbehandelt Bunker 4	45,2	44,1	6,8
Vorerntesikkation 1-4	44,8	43,8	7,0
Unbehandelt 1-4	45,0	44,0	6,8

Anhang 32: Feldversuch zu Vorerntesikkation im Raps 2007, Kornfeuchten

Vorerntesikkation


Probe	Kornfeuchte in %
Bunker 1	7,20
Bunker 2	7,20
Bunker 3	6,00
Bunker 4	6,10
Mittelwert	6,63

Unbehandelt

Probe	Kornfeuchte in %
Bunker 1	7,90
Bunker 2	7,60
Bunker 3	7,00
Bunker 4	6,10
Mittelwert	7,15

Anhang 34: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2004,
Versuchsanlage in Fahrenwalde

Fahrspur	Ernterichtung	TOMMI								HYBNOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
80 m	↕	E	E	E	E	E	E	E	E				E		E	E	E
50 m	↕	4	5	12	13	20	21				52	53	60	61	68	69	
50 m	↕	3	6	11	14	19	22				51	54	59	62	67	70	
50 m	↕	2	7	10	15	18	23				50	55	58	63	66	71	
50 m	↕	1	8	9	16	17	24				49	56	57	64	65	72	
80 m	↕	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E



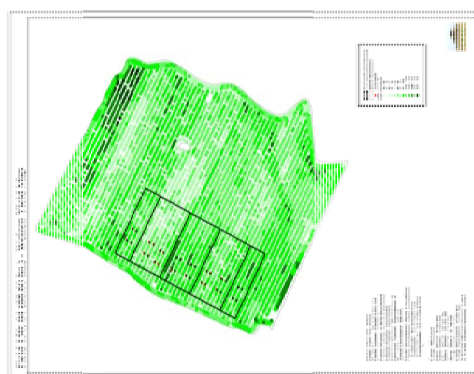
HARVEST POOL

Anhang 35: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2004,
Versuchsanlage in Görmin

Block 4										Block 3										Block 2										Block 1									
Hydro N-Sensor					Konstant					Hydro N-Sensor					Konstant					Hydro N-Sensor					Konstant					Hydro N-Sensor					Konstant				
DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB	DF4	DF3	DF2	DF1	LB
125	124	117	116		109	108	101	100	93	92	85	84		77	76	69	68	61	60	53	52		45	44	37	36	29	28	21	20		13	12	5	4				
126	123	118	115		110	107	102	99	94	91	86	83		78	75	70	67	62	59	54	51		46	43	38	35	30	27	22	19		14	11	6	3				
127	122	119	114		111	106	103	98	95	90	87	82		79	74	71	66	63	58	55	50		47	42	39	34	31	26	23	18		15	10	7	2				
128	121	120	113		112	105	104	97	96	89	88	81		80	73	72	65	64	57	56	49		48	41	40	33	32	25	24	17		16	9	8	1				
36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				

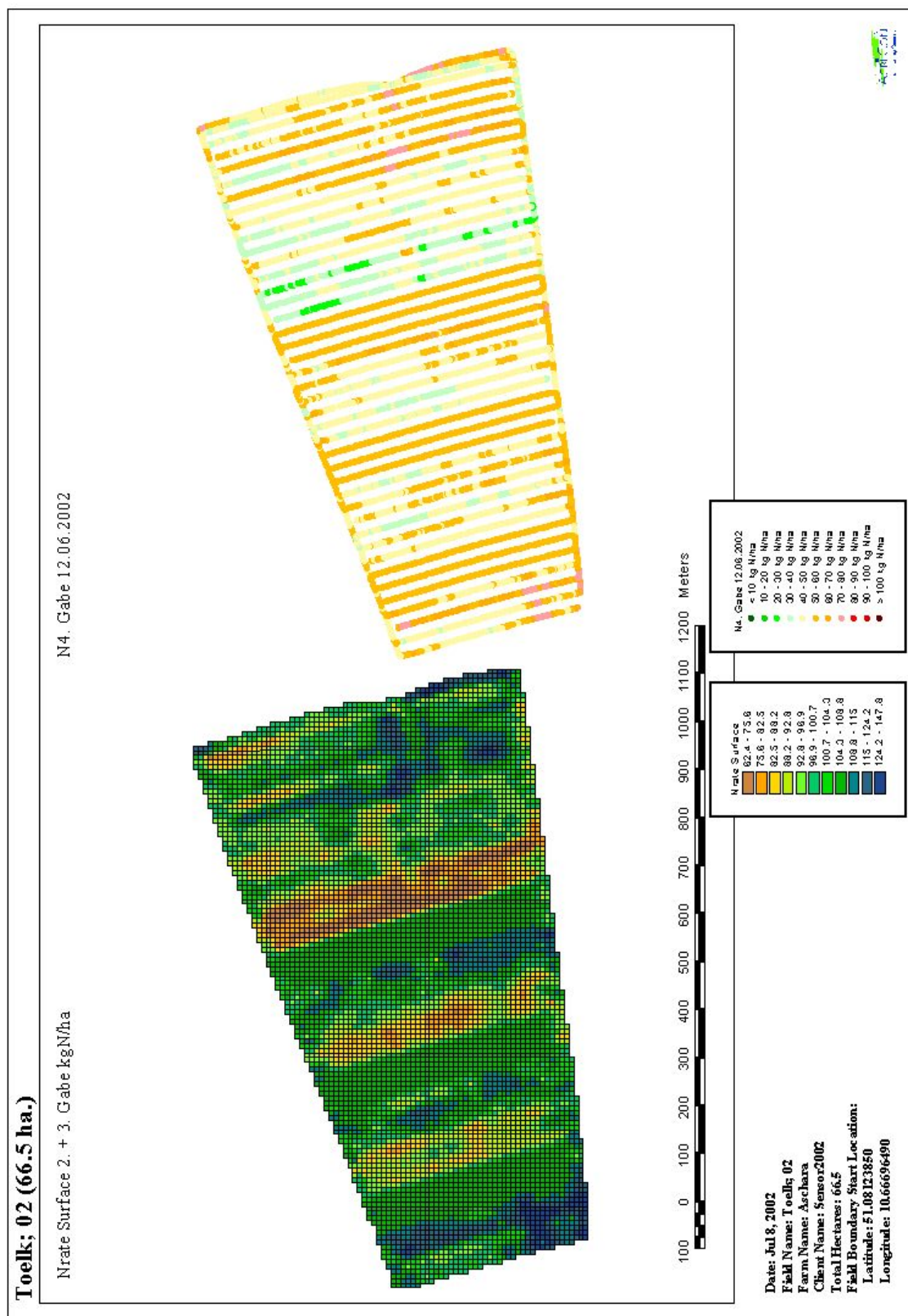
• • = Boniturstreue
 • • = Durchfahrt
 LB = Leerblock

Pflanzenbonitur
im Feld

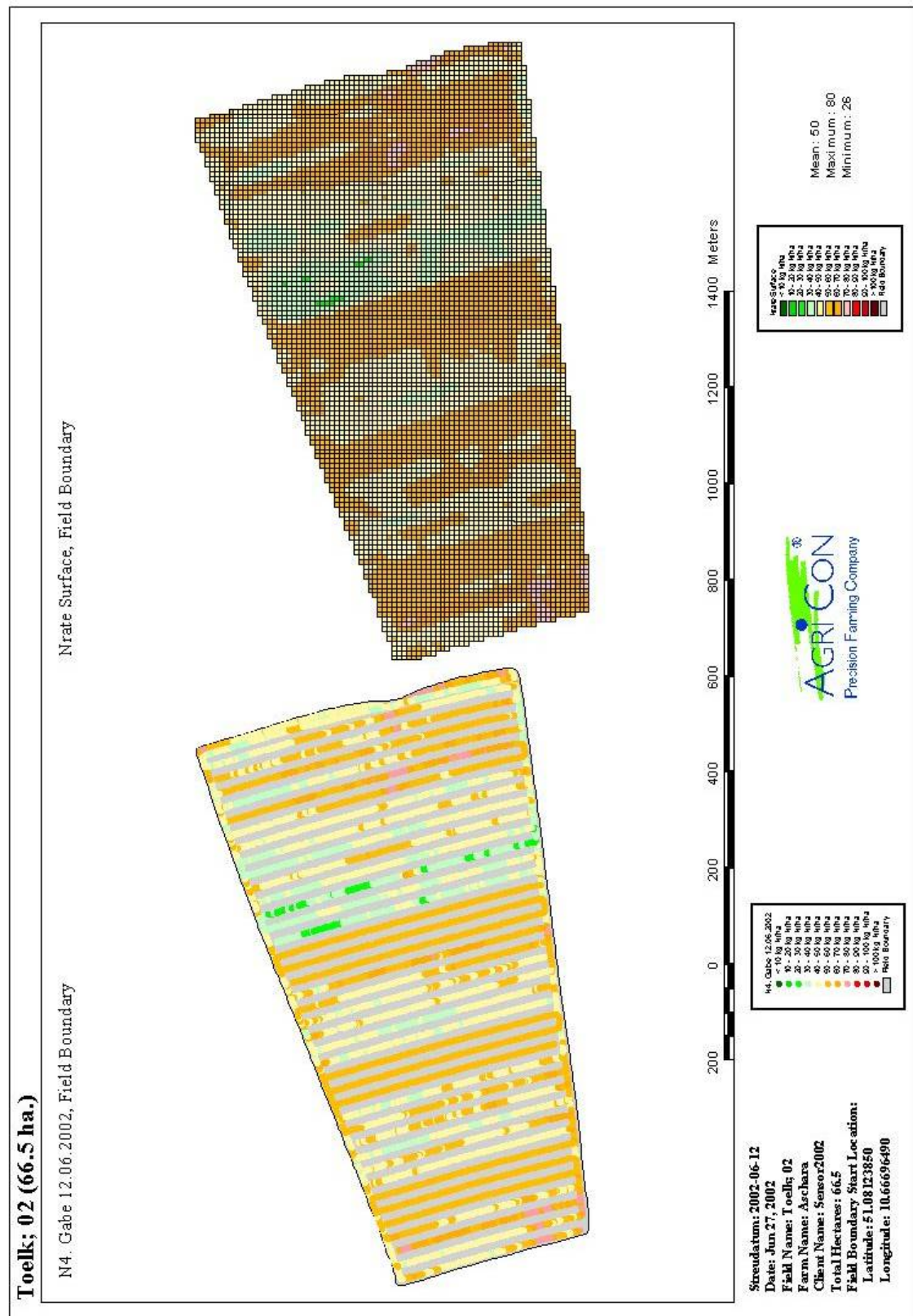


Fahrgassen

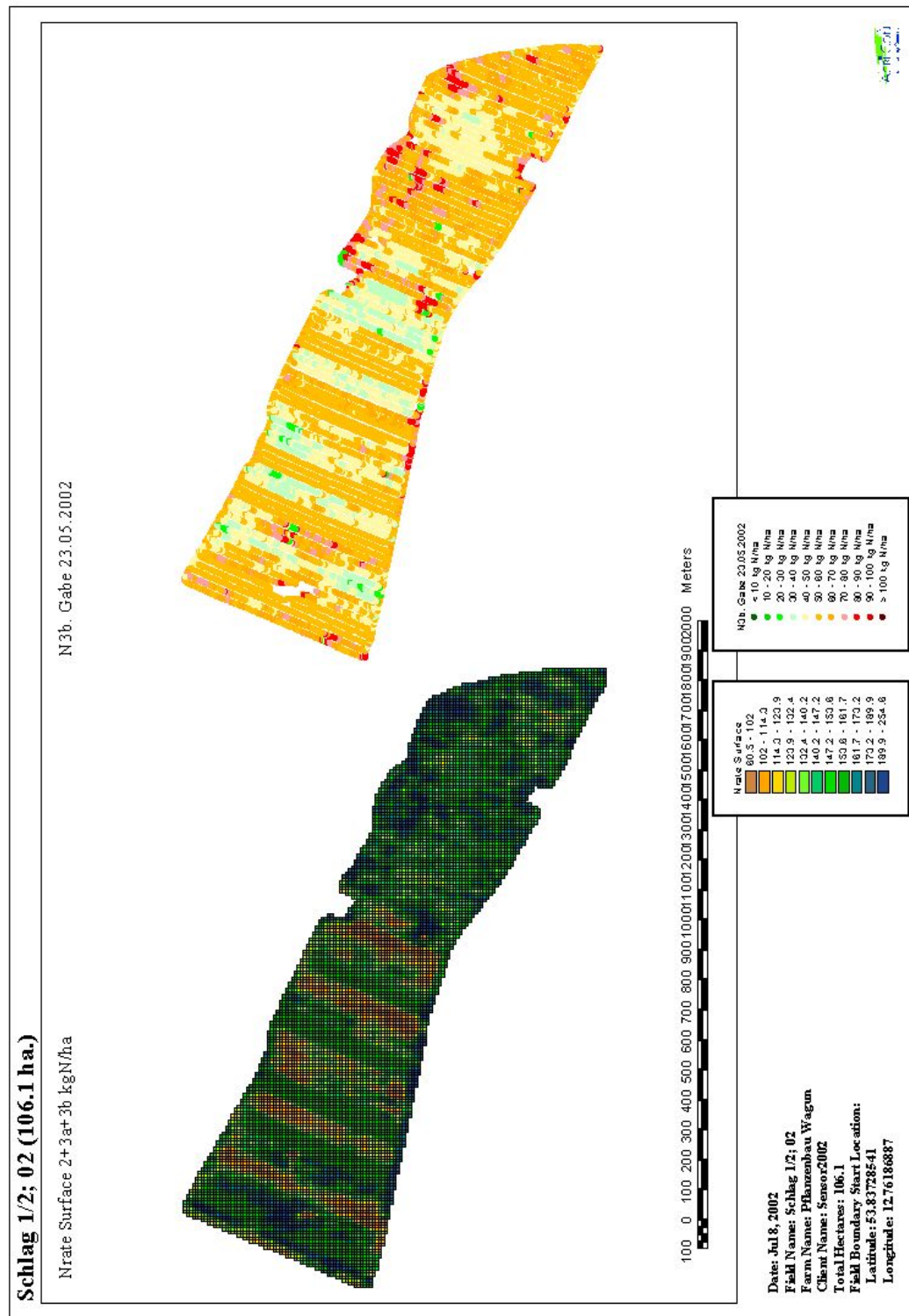
Anhang 36: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002,
Streukarte 2. und 3. Gabe Stickstoff



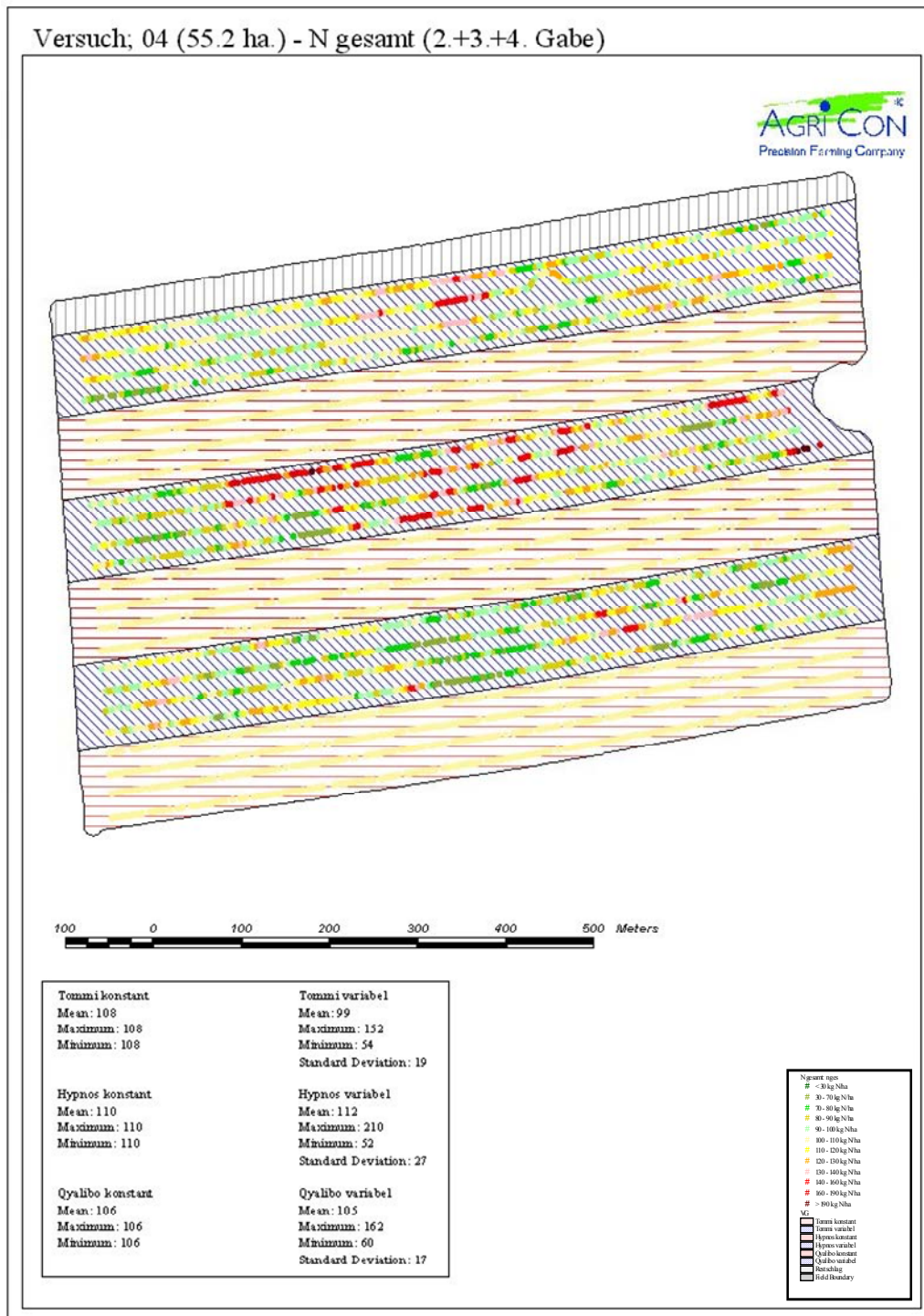
Anhang 37: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002,
Streukarte 4. Gabe Stickstoff



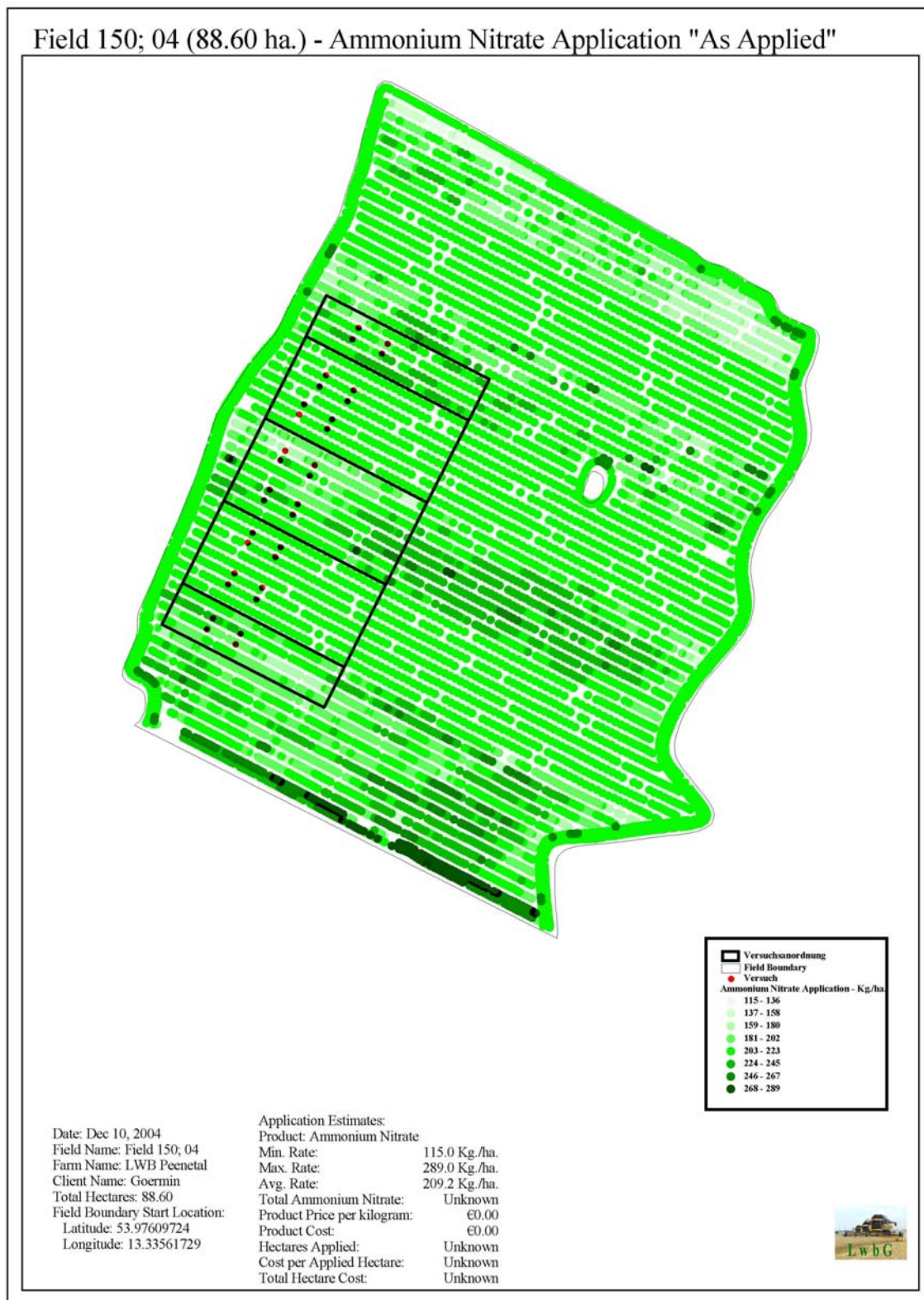
Anhang 38: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun 2002,
Streukarte 2. bis 4. Gabe Stickstoff



Anhang 39: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004,
Streukarte 2. bis 4. Gabe Stickstoff



Anhang 40: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004,
Streukarte 2. bis 4. Gabe Stickstoff



Anhang 41: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun 2002,
Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Nummer	Variante	Block	Durchfahrt	Einstellung	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit in km/h	Gewicht Untersieb	Gewicht Trieur	Abgang	Gewicht Trieur	Erntegut	Summe Dreschverluste =Spalte 1+2+3	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Bemerkung
1111001	N	1	1	1	1	3	4,1	4,5	12,9	21,5	18,13	22,34	0,28			
1112002	N	1	1	1	2	4	1,0	1,5	7,6	10,1	24,17	13,16	0,17			
1113003	N	1	1	1	3	5	3,8	9,5	146,8	160,1	30,21	254,20	3,24			
1114004	N	1	1	1	4	6	4,4	15,0	439,0	458,4	36,25	760,17	9,69			
1115005	N	1	1	1	5	7	3,0	18,6	386,5	408,1	42,30	669,26	8,53			
1221006	N	1	2	2	1	3	0,9	0,9	2,1	3,9	18,13	3,64	0,05			
1222007	N	1	2	2	2	4	1,0	1,7	9,1	11,8	24,17	15,76	0,20			
1223008	N	1	2	2	3	5	2,0	13,3	127,1	142,4	30,21	220,09	2,80			
1224009	N	1	2	2	4	6	4,1	11,3	280,9	296,3	36,25	486,41	6,20			
1225010	N	1	2	2	5	7	4,4	25,4	643,7	673,5	42,30	1.114,63	14,20			
1321011	N	1	3	2	1	3	0,6	1,6	6,1	8,3	18,13	10,56	0,13			
1322012	N	1	3	2	2	4	0,9	1,4	5,8	8,1	24,17	10,04	0,13			
1323013	N	1	3	2	3	5	1,3	5,5	94,8	101,6	30,21	164,16	1,80			
1324014	N	1	3	2	4	6	4,9	16,9	406,7	428,5	36,25	704,24	7,85			
1325015	N	1	3	2	5	7	4,4	11,6	503,4	519,4	42,30	871,69	11,11			
1411016	N	1	4	1	1	3	0,9	1,3	5,1	7,3	18,13	8,83	0,11			
1412017	N	1	4	1	2	4	2,9	6,4	71,7	81,0	24,17	124,16	1,58			
1413018	N	1	4	1	3	5	2,3	7,5	98,9	108,7	30,21	171,26	2,18			
1414019	N	1	4	1	4	6	7,5	16,3	389,8	413,6	36,25	674,98	8,60			
1415020	N	1	4	1	5	7	8,7	14,2	403,8	426,7	42,30	699,22	8,91			
1111021	K	1	1	1	1	3	1,7	1,7	5,4	8,8	18,17	9,35	0,12			
1112022	K	1	1	1	2	4	1,9	0,6	13,0	15,5	24,22	22,51	0,29			
1113023	K	1	1	1	3	5	3,5	7,5	140,9	151,9	30,28	243,98	3,10			
1114024	K	1	1	1	4	6	6,3	13,7	417,3	437,3	36,34	722,60	9,19			
1115025	K	1	1	1	5	7	8,4	30,3	777,6	816,3	42,39	1.346,49	17,12			
1221026	K	1	2	2	1	3	0,6	1,2	6,8	8,6	18,17	11,77	0,15			
1222027	K	1	2	2	2	4	0,9	2,1	18,9	21,9	24,22	32,73	0,42			
1223028	K	1	2	2	3	5	1,4	6,3	113,5	121,2	30,28	196,54	2,50			
1224029	K	1	2	2	4	6	4,0	19,1	312,8	335,9	36,34	541,65	6,89			
1225030	K	1	2	2	5	7	4,9	34,7	527,7	567,3	42,39	913,77	11,62			
1321031	K	1	3	2	1	3	0,7	1,4	4,4	6,5	18,17	7,62	0,10			
1322032	K	1	3	2	2	4	0,5	1,8	12,5	14,8	24,22	21,65	0,28			
1323033	K	1	3	2	3	5	0,8	4,5	46,2	51,5	30,28	80,00	1,02			
1324034	K	1	3	2	4	6	2,8	11,4	282,8	297,0	36,34	489,70	6,23			
1325035	K	1	3	2	5	7	4,9	17,8	778,1	800,8	42,39	1.347,36	17,13			
1411036	K	1	4	1	1	3	1,2	3,0	14,5	18,7	18,17	25,11	0,32			
1412037	K	1	4	1	2	4	1,8	2,3	31,6	35,7	24,22	54,72	0,70			
1413038	K	1	4	1	3	5	2,8	8,2	149,1	160,1	30,28	258,18	3,28			
1414039	K	1	4	1	4	6	4,5	12,3	218,2	235,0	36,34	377,84	4,80			
1415040	K	1	4	1	5	7	7,2	15,7	411,6	434,5	42,39	712,73	9,06			

Fortsetzung Anhang 41: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun
2002, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Nummer	Variante	Block	Durchfahrt	Einstellung	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit in km/h	Gewicht Untersieb	Gewicht Trieur Abgang	Gewicht Trieur Erntegut	Summe Dreschverluste = Spalte 1+2+3	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Bemerkung
2111041	N	2	1	1	1	4	1,7	2,9	9,7	14,3	25,59	16,80	0,22	
2112042	N	2	1	1	2	5	2,5	7,9	123,6	134,0	31,99	214,03	2,74	
2113043	N	2	1	1	3	6	4,3	11,9	242,4	258,6	38,39	419,74	5,38	
2114044	N	2	1	1	4	7	-	-	-	-	44,78			fehlt
2115045	N	2	1	1	5	8	6,4	11,0	335,8	353,2	51,18	581,47	7,45	
2221046	N	2	2	2	1	4	0,7	1,4	8,2	10,3	25,59	14,20	0,18	
2222047	N	2	2	2	2	5	0,8	2,0	25,5	28,3	31,99	44,16	0,57	
2223048	N	2	2	2	3	6	3,0	13,0	284,2	300,2	38,39	492,12	6,31	
2224049	N	2	2	2	4	7	5,1	19,5	431,5	456,1	44,78	747,19	9,58	
2225050	N	2	2	2	5	8	5,0	18,9	518,7	542,6	51,18	898,18	11,51	
2321051	N	2	3	2	1	4	0,4	1,4	6,2	8,0	25,59	10,74	0,14	
2322052	N	2	3	2	2	5	2,1	8,3	98,8	109,2	31,99	171,08	2,19	
2323053	N	2	3	2	3	6	2,1	9,3	164,7	176,1	38,39	285,19	3,66	
2324054	N	2	3	2	4	7	3,1	17,3	372,6	393,0	44,78	645,19	8,27	
2325055	N	2	3	2	5	8	4,6	8,8	555,7	569,1	51,18	962,25	12,33	
2411056	N	2	4	1	1	4	1,6	2,7	24,3	28,6	25,59	42,08	0,54	
2412057	N	2	4	1	2	5	2,4	7,8	88,8	99,0	31,99	153,77	1,97	
2413058	N	2	4	1	3	6	4,7	8,9	185,8	199,4	38,39	321,73	4,12	
2414059	N	2	4	1	4	7	6,3	13,0	343,3	362,6	44,78	594,46	7,62	
2415060	N	2	4	1	5	8	12,4	23,9	1452,5	1488,8	51,18	2.515,15	32,24	
2111061	K	2	1	1	1	4	2,0	1,7	12,5	16,2	22,02	21,65	0,30	
2112062	K	2	1	1	2	5	5,0	18,2	358,2	381,4	27,52	620,26	8,68	
2113063	K	2	1	1	3	6	5,6	15,5	457,6	478,7	33,02	792,38	11,09	
2114064	K	2	1	1	4	7	8,4	22,4	676,3	707,1	38,53	1.171,08	16,38	
2115065	K	2	1	1	5	8	8,7	16,4	572,1	597,2	44,03	990,65	13,86	
2221066	K	2	2	2	1	4	0,9	2,4	15,0	18,3	22,02	25,97	0,36	
2222067	K	2	2	2	2	5	3,4	10,4	136,1	149,9	27,52	235,67	3,30	
2223068	K	2	2	2	3	6	0,7	7,2	215,4	223,3	33,02	372,99	5,22	
2224069	K	2	2	2	4	7	7,3	17,9	562,8	588,0	38,53	974,55	13,63	
2225070	K	2	2	2	5	8	-	-	-	-				Sack ohne Inhalt
2321071	K	2	3	2	1	4	1,1	1,5	9,4	12,0	22,02	16,28	0,23	
2322072	K	2	3	2	2	5	2,0	6,1	79,7	87,8	27,52	138,01	1,93	
2323073	K	2	3	2	3	6	1,4	3,9	114,2	119,5	33,02	197,75	2,77	
2324074	K	2	3	2	4	7	3,4	10,0	237,8	251,2	38,53	411,77	5,76	
2325075	K	2	3	2	5	8	8,5	20,1	377,5	406,1	44,03	653,68	9,14	
2411076	K	2	4	1	1	4	2,6	2,9	17,3	22,8	22,02	29,96	0,42	
2412077	K	2	4	1	2	5	2,4	3,7	68,2	74,3	27,52	118,10	1,65	
2413078	K	2	4	1	3	6	6,9	11,6	473,0	491,5	33,02	819,05	11,46	
2414079	K	2	4	1	4	7	10,7	17,2	450,7	478,6	38,53	780,43	10,92	
2415080	K	2	4	1	5	8	13,2	24,3	1009,5	1047,0	44,03	1.748,05	24,46	

Fortsetzung Anhang 41: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun
2002, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Nummer	Variante	Block	Durchfahrt	Einstellung	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit in km/h	Gewicht Untersieb	Gewicht Trieur	Abgang	Erntegut	Summe Dreschverluste =Spalte 1+2+3	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Bemerkung
3111081	N	3	1	1	1	5	1,3	3,3	41,4	46,0	29,91	71,69	0,98		
3112082	N	3	1	1	2	6	2,6	3,5	69,2	75,3	35,90	119,83	1,64		
3113083	N	3	1	1	3	7	4,5	14,5	218,9	237,9	41,88	379,05	5,20		
3114084	N	3	1	1	4	8	9,8	18,4	383,4	411,6	47,86	663,90	9,10		
3115085	N	3	1	1	5	9	9,5	20,8	495,4	525,7	53,84	857,84	11,76		
3221086	N	3	2	2	1	5	3,8	7,9	109,4	121,1	29,91	189,44	2,60		
3222087	N	3	2	2	2	6	5,5	13,4	208,8	227,7	35,90	361,56	4,96		
3223088	N	3	2	2	3	7	3,6	9,2	186,1	198,9	41,88	322,25	4,42		
3224089	N	3	2	2	4	8	3,7	10,9	270,5	285,1	47,86	468,40	6,42		
3225090	N	3	2	2	5	9	4,7	11,2	387,9	403,8	53,84	671,69	9,21		
3321091	N	3	3	2	1	4,5	3,2	3,2	25,4	31,8	26,92	43,98	0,60		
3322092	N	3	3	2	2	5,5	3,6	6,0	54,6	64,2	32,90	94,55	1,30		
3323093	N	3	3	2	3	6,5	4,0	7,4	81,2	92,6	38,89	140,61	1,93		
3324094	N	3	3	2	4	7,5	6,0	20,3	248,8	275,1	44,87	430,82	5,90		
3325095	N	3	3	2	5	8,5	11,6	24,2	508,7	544,5	50,85	880,87	12,07		
3411096	N	3	4	1	1	4,5	1,9	3,5	35,3	40,7	26,92	61,13	0,84		
3412097	N	3	4	1	2	5,5	1,7	2,8	28,3	32,8	32,90	49,00	0,67		
3413098	N	3	4	1	3	6,5	3,7	9,3	155,0	168,0	38,89	268,40	3,68		
3414099	N	3	4	1	4	7,5	8,0	16,1	558,4	582,5	44,87	966,93	13,25		
3415100	N	3	4	1	5	8,5	11,3	21,5	844,9	877,7	50,85	1.463,03	20,05		
3111101	K	3	1	1	1	4	1,5	1,4	9,0	11,9	21,97	15,58	0,22		
3112102	K	3	1	1	2	5	1,9	4,3	74,0	80,2	27,46	128,14	1,80		
3113103	K	3	1	1	3	6	1,7	4,5	78,9	85,1	32,95	136,62	1,92		
3114104	K	3	1	1	4	7	2,7	10,2	137,8	150,7	38,44	238,61	3,35		
3115105	K	3	1	1	5	8	6,2	20,7	426,6	453,5	43,93	738,70	10,36		
3221106	K	3	2	2	1	4	2,0	3,5	16,0	21,5	21,97	27,71	0,39		
3222107	K	3	2	2	2	5	1,9	3,7	19,5	25,1	27,46	33,77	0,47		
3223108	K	3	2	2	3	6	4,0	6,5	74,9	85,4	32,95	129,70	1,82		
3224109	K	3	2	2	4	7	9,3	23,6	597,5	630,4	38,44	1.034,63	14,51		
3225110	K	3	2	2	5	8	10,4	20,1	653,1	683,6	43,93	1.130,91	15,86		
3321111	K	3	3	2	1	4	3,3	2,0	7,0	12,3	21,97	12,12	0,17		
3322112	K	3	3	2	2	5	3,3	2,7	8,4	14,4	27,46	14,55	0,20		
3323113	K	3	3	2	3	5	3,3	4,3	16,2	23,8	27,46	28,05	0,39		
3324114	K	3	3	2	4	7	2,9	6,3	103,3	112,5	38,44	178,87	2,51		
3325115	K	3	3	2	5	8	3,1	6,7	81,0	90,8	43,93	140,26	1,97		
3411116	K	3	4	1	1	4	0,8	1,5	7,3	9,6	21,97	12,64	0,18		
3412117	K	3	4	1	2	5	2,0	4,6	47,5	54,1	27,46	82,25	1,15		
3413118	K	3	4	1	3	6	2,9	5,7	123,5	132,1	32,95	213,85	3,00		
3414119	K	3	4	1	4	7	8,0	14,2	447,4	469,6	38,44	774,72	10,86		
3415120	K	3	4	1	5	8	14,9	32,0	1476,4	1523,3	43,93	2.556,54	35,85		

Block 1-3 Dreschereinstellung 1 oder 2
Durchfahrt 1-4 Geschwindigkeit 1-5 laufende Nummer 1-120

Untersieb: 1,8 mm Obersieb: 5,0 mm
Obersieb-Abgang :
Strohenteile, unausgedroschene Ährchen, wenige große Körner; keine Dreschverluste
Trieur Erntegut: ganze Körner, die wir als echten Verlust bewerten würden

Anhang 42: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002,
Mährescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Nummer	Variante	Block	Durchfahrt	Einstellung	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit in km/h	Gewicht Untersieb	Gewicht Trieur	Gewicht Trieur	Erntegut	Summe Dreschverluste =Spalte 1+2+3	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Bemerkung
1111001	N	1	1	1	1	3	4,7	3,2	11,0	18,9	15,88	19,05	0,28		
1112002	N	1	1	1	2	4	6,4	4,8	20,0	31,2	21,18	34,63	0,50		
1113003	N	1	1	1	3	5	5,7	2,2	6,9	14,8	26,47	11,95	0,17		
1114004	N	1	1	1	4	5,5	4,4	9,7	159,0	173,1	29,12	275,32	4,00		
1115005	N	1	1	1	5	6	9,6	14,9	219,4	243,9	31,77	379,91	5,53		
1221006	N	1	2	2	1	3	8,6	4,0	8,2	20,8	15,88	14,20	0,21		
1222007	N	1	2	2	2	4	6,7	3,3	23,9	33,9	21,18	41,39	0,60		
1223008	N	1	2	2	3	5	4,2	3,5	45,9	53,6	26,47	79,48	1,16		
1224009	N	1	2	2	4	5,5	5,5	7,8	138,7	152,0	29,12	240,17	3,49		
1225010	N	1	2	2	5	6	5,8	3,7	23,0	32,5	31,77	39,83	0,58		
1321011	N	1	3	2	1	3	2,6	1,1	1,8	5,5	15,88	3,12	0,05		
1322012	N	1	3	2	2	4	5,5	2,0	9,0	16,5	21,18	15,58	0,23		
1323013	N	1	3	2	3	4,5	3,1	2,6	32,3	38,0	23,83	55,93	0,81		
1324014	N	1	3	2	4	5	3,1	2,6	31,3	37,0	26,47	54,20	0,79		
1325015	N	1	3	2	5	5,5	3,3	4,3	49,4	57,0	29,12	85,54	1,24		
1411016	N	1	4	1	1	3	8,5	4,9	9,5	22,9	15,88	16,45	0,24		
1412017	N	1	4	1	2	4	7,3	3,9	14,3	25,5	21,18	24,76	0,36		
1413018	N	1	4	1	3	4,5	6,5	4,3	40,3	51,1	23,83	69,78	1,01		
1414019	N	1	4	1	4	5	9,9	9,6	120,6	140,1	26,47	208,83	3,04		
1415020	N	1	4	1	5	5,5	8,6	7,2	80,6	96,4	29,12	139,57	2,03		
1111021	K	1	1	1	1	3	7,2	4,0	13,6	24,8	15,84	23,55	0,34		
1112022	K	1	1	1	2	4	5,0	4,6	43,7	53,3	21,13	75,67	1,10		
1113023	K	1	1	1	3	5	4,2	5,4	77,6	87,2	26,41	134,37	1,96		
1114024	K	1	1	1	4	6	9,2	14,5	267,0	290,7	31,69	462,34	6,74		
1115025	K	1	1	1	5	7	10,9	12,4	214,6	237,9	36,97	371,60	5,42		
1221026	K	1	2	2	1	3	3,4	2,5	6,1	12,0	15,84	10,56	0,15		
1222027	K	1	2	2	2	4	2,3	2,4	23,5	28,2	21,13	40,69	0,59		
1223028	K	1	2	2	3	4,8	2,0	4,7	46,0	52,7	25,35	79,65	1,16	Person 5	
1224029	K	1	2	2	4	5,8	5,4	21,1	356,6	383,1	30,63	617,49	9,00		
1225030	K	1	2	2	5	6	12,8	32,3	960,9	1006,0	31,69	1.663,90	24,26		
1321031	K	1	3	2	1	3	3,5	2,1	8,2	13,8	15,84	14,20	0,21		
1322032	K	1	3	2	2	4	12,8	4,7	157,9	175,4	21,13	273,42	3,99		
1323033	K	1	3	2	3	4,2	8,5	9,8	107,5	125,8	22,18	186,15	2,71		
1324034	K	1	3	2	4	5	6,4	12,6	295,0	314,0	26,41	510,82	7,45		
1325035	K	1	3	2	5	6	0,3	3,3	8,8	12,4	31,69	15,24			
1411036	K	1	4	1	1	3	6,1	8,0	147,2	161,3	15,84	254,89	3,72		
1412037	K	1	4	1	2	4	4,2	3,4	25,1	32,7	21,13	43,46	0,63		
1413038	K	1	4	1	3	4	3,5	3,0	27,0	33,5	21,13	46,75	0,68		
1414039	K	1	4	1	4	4	5,0	6,1	69,9	81,0	21,13	121,04	1,76		
1415040	K	1	4	1	5	4	6,5	8,2	114,2	128,9	21,13	197,75	2,88		

Fortsetzung Anhang 42: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Nummer	Variante	Block	Durchfahrt	Einstellung	Geschwindigkeit	Ge-schwin-digkeit in km/h	Gewicht Untersieb	Gewicht Trieur	Abgang	Gewicht Trieur	Erntegut	Summe Dreschverluste = Spalte 1+2+3	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Bemerkung
2111041	N	2	1	1	1	3	5,7	3,7	8,5	17,9	16,52	14,72	0,21			
2112042	N	2	1	1	2	4	8,9	4,0	15,5	28,4	22,03	26,84	0,38			
2113043	N	2	1	1	3	5	5,2	6,4	107,9	119,5	27,53	186,84	2,61			
2114044	N	2	1	1	4	4	-	-	-	-	22,03	-				fehlt
2115045	N	2	1	1	5	4	4,0	3,7	19,4	27,1	22,03	33,59	0,47			
2221046	N	2	2	2	1	2,5	3,8	1,8	4,3	9,9	13,77	7,45	0,10			
2222047	N	2	2	2	2	3	4,0	3,6	13,0	20,6	16,52	22,51	0,31			
2223048	N	2	2	2	3	4	5,5	4,1	19,1	28,7	22,03	33,07	0,46			
2224049	N	2	2	2	4	5	7,0	8,8	134,1	149,9	27,53	232,21	3,25			
2225050	N	2	2	2	5	5,5	8,3	17,3	283,5	309,1	30,28	490,91	6,86			
2321051	N	2	3	2	1	2,5	2,8	2,5	11,3	16,6	13,77	19,57	0,27			
2322052	N	2	3	2	2	3	4,3	2,5	8,3	15,1	16,52	14,37	0,20			
2323053	N	2	3	2	3	4	5,5	2,8	5,4	13,7	22,03	9,35	0,13			
2324054	N	2	3	2	4	5	8,2	12,8	172,3	193,3	27,53	298,35				
2325055	N	2	3	2	5	5	7,8	5,4	82,2	95,4	27,53	142,34	1,99			
2411056	N	2	4	1	1	3	3,3	2,7	11,6	17,6	16,52	20,09	0,28			
2412057	N	2	4	1	2	4	5,8	3,1	15,7	24,6	22,03	27,19	0,38			
2413058	N	2	4	1	3	5	4,2	5,9	53,1	63,2	27,53	91,95	1,29			
2414059	N	2	4	1	4	5,5	5,6	12,2	165,9	183,7	30,28	287,27	4,02			
2415060	N	2	4	1	5	6	7,3	14,1	182,5	203,9	33,04	316,02	4,42			
2111061	K	2	1	1	1	3	3,6	1,9	7,3	12,8	16,68	12,64	0,18			
2112062	K	2	1	1	2	4	4,6	4,2	31,6	40,4	22,23	54,72	0,76			
2113063	K	2	1	1	3	5	4,1	6,5	98,1	108,7	27,79	169,87	2,35			
2114064	K	2	1	1	4	5,5	5,4	11,8	194,7	211,9	30,57	337,14	4,67			
2115065	K	2	1	1	5	6	4,9	5,0	46,8	56,7	33,35	81,04	1,12			
2221066	K	2	2	2	1	3	3,9	4,3	39,9	48,1	16,68	69,09	0,96			
2222067	K	2	2	2	2	4	3,2	3,1	26,3	32,6	22,23	45,54	0,63			
2223068	K	2	2	2	3	4,5	2,7	4,1	100,1	106,9	25,01	173,33	2,40			
2224069	K	2	2	2	4	5	5,1	13,3	282,5	300,9	27,79	489,18	6,78			
2225070	K	2	2	2	5	5,5	7,2	18,1	384,2	409,5	30,57	665,28	9,22			
2321071	K	2	3	2	1	3	1,6	1,5	5,8	8,9	16,68	10,04	0,14			
2322072	K	2	3	2	2	3,5	2,6	2,6	20,1	25,3	19,46	34,81	0,48			
2323073	K	2	3	2	3	4	3,0	1,9	13,7	18,6	22,23	23,72	0,33			
2324074	K	2	3	2	4	5	2,4	4,1	63,9	70,4	27,79	110,65	1,53			
2325075	K	2	3	2	5	3,7	3,0	5,6	62,2	70,8	20,57	107,71				
2411076	K	2	4	1	1	3	5,5	3,5	17,7	26,7	16,68	30,65	0,42			
2412077	K	2	4	1	2	4	5,3	3,2	24,5	33,0	22,23	42,42	0,59			
2413078	K	2	4	1	3	5	3,6	4,5	56,3	64,4	27,79	97,49	1,35			
2414079	K	2	4	1	4	5,5	7,3	6,8	133,3	147,4	30,57	230,82	3,20			
2415080	K	2	4	1	5	6	8,0	20,6	356,1	384,7	33,35	616,62	8,54			

Fortsetzung Anhang 42: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara
2002, Mährescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Nummer	Variante	Block	Durchfahrt	Einstellung	Geschwindigkeit	Ge-schwin-digkeit in km/h	Gewicht Untersieb	Abgang	Gewicht Trieur	Erntegut	Summe Dreschverluste =Spalte 1+2+3	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Bemerkung
3111081	N	3	1	1	1	3	3,9	1,8	4,8	10,5	16,30	8,31	0,12		
3112082	N	3	1	1	2	4	6,3	3,7	32,4	42,4	21,74	56,10	0,80		
3113083	N	3	1	1	3	5	53,0	10,9	73,4	137,3	27,17	127,10	1,80		
3114084	N	3	1	1	4	5,5	4,7	6,3	133,5	144,5	29,89	231,17	3,28		
3115085	N	3	1	1	5	6	9,7	16,4	321,2	347,3	32,60	556,19	7,88		
3221086	N	3	2	2	1	3	3,8	2,4	4,1	10,3	16,30	7,10	0,10		
3222087	N	3	2	2	2	4	4,6	4,3	24,5	33,4	21,74	42,42	0,60		
3223088	N	3	2	2	3	5	2,0	3,1	25,9	31,0	27,17	44,85	0,64		
3224089	N	3	2	2	4	5,5	3,5	6,7	85,2	95,4	29,89	147,53	2,09		
3225090	N	3	2	2	5	5,5	7,1	22,0	334,7	363,8	29,89	579,57			
3321091	N	3	3	2	1	3	3,4	2,6	24,4	30,4	16,30	42,25	0,60		
3322092	N	3	3	2	2	4	3,2	4,2	67,6	75,0	21,74	117,06	1,66		
3323093	N	3	3	2	3	5	1,9	2,4	32,4	36,7	27,17	56,10	0,80		
3324094	N	3	3	2	4	5,5	9,2	10,7	192,4	212,3	29,89	333,16			
3325095	N	3	3	2	5	5,5	4,8	6,5	99,9	111,2	29,89	172,99	2,45		
3411096	N	3	4	1	1	3	4,4	2,6	5,9	12,9	16,30	10,22	0,14		
3412097	N	3	4	1	2	4	4,9	3,2	12,4	20,5	21,74	21,47	0,30		
3413098	N	3	4	1	3	5	3,8	3,6	20,4	27,8	27,17	35,32	0,50		
3414099	N	3	4	1	4	5,5	6,6	4,9	42,7	54,2	29,89	73,94	1,05		
3415100	N	3	4	1	5	6	6,8	15,1	227,5	249,4	32,60	393,94	5,58		
3111101	K	3	1	1	1	3	4,9	2,5	8,0	15,4	16,37	13,85	0,20		
3112102	K	3	1	1	2	4	8,0	3,2	14,6	25,8	21,82	25,28	0,36		
3113103	K	3	1	1	3	4,5	5,5	2,5	31,9	39,9	24,55	55,24	0,78		
3114104	K	3	1	1	4	5	6,1	10,8	122,0	138,9	27,28	211,26	2,98		
3115105	K	3	1	1	5	5,5	11,1	10,6	138,5	160,2	30,01	239,83	3,40		
3221106	K	3	2	2	1	3	4,0	3,2	6,7	13,9	16,37	11,60	0,16		
3222107	K	3	2	2	2	4	4,0	4,6	37,7	46,3	21,82	65,28	0,92		
3223108	K	3	2	2	3	4,5	4,4	3,4	40,8	48,6	24,55	70,65	1,00		
3224109	K	3	2	2	4	5	5,7	6,1	90,2	102,0	27,28	156,19	2,20		
3225110	K	3	2	2	5	5,5	4,4	8,7	141,4	154,5	30,01	244,85	3,46		
3321111	K	3	3	2	1	3	1,9	1,3	6,1	9,3	16,37	10,56	0,15		
3322112	K	3	3	2	2	4	3,1	2,2	14,4	19,7	21,82	24,94	0,35		
3323113	K	3	3	2	3	5	2,3	5,8	59,5	67,6	27,28	103,03	1,45		
3324114	K	3	3	2	4	5,5	4,3	9,1	199,0	212,4	30,01	344,59	4,86		
3325115	K	3	3	2	5	5,5	7,9	18,4	331,9	358,2	30,01	574,72			
3411116	K	3	4	1	1	3	6,1	5,3	11,5	22,9	16,37	19,91	0,28		
3412117	K	3	4	1	2	4	6,4	3,3	11,5	21,2	21,82	19,91	0,28		
3413118	K	3	4	1	3	4,5	3,5	2,4	9,4	15,3	24,55	16,28	0,23		
3414119	K	3	4	1	4	5	4,4	2,9	18,2	25,5	27,28	31,52	0,44		
3415120	K	3	4	1	5	5,5	5,7	6,4	80,0	92,1	30,01	138,53	1,95		

Block 1-3 Dreschereinstellung 1 oder 2
Durchfahrt 1-4 Geschwindigkeit 1-5 laufende Nummer 1-120

Untersieb: 1,8 mm Obersieb: 5,0 mm
Obersieb-Abgang :
Strohteile, unausgedroschene Ährchen, wenige große Körner; keine Dreschverluste
Trieur Erntegut: ganze Körner, die wir als echten Verlust bewerten würden

Anhang 43: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004,
Mährescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

lfd	Sorte	Düngung	Durchfahrt Geschw.	Verlustproben			Bunkerproben			Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Ertrag in dt/ha	Ertrag in t/ha
				Bruch	Ganzkorn	Verlust Gesamt in g	Bruch	Ganzkorn	Bruch in %					
1	Tommi	konstant	1	4,40	0,5	13,2	0,9	824	0,11	39,32	19,96	0,20	97,66	9,766
2	Tommi	konstant	1	5,00	0,1	2,2	2,3	2591,7	0,09	44,68	3,35	0,03	97,66	9,766
3	Tommi	konstant	1	5,40	0,3	40,1	0,2	274,7	0,07	48,25	58,87	0,60	97,66	9,766
4	Tommi	konstant	1	5,60	0,6	81,2	0,9	1031,6	0,09	50,04	119,20	1,22	97,66	9,766
5	Tommi	konstant	2	4,50	0,4	17,7	2,6	2461,5	0,11	40,21	26,38	0,27	97,66	9,766
6	Tommi	konstant	2	5,00	0,6	21,5	2,4	2460,7	0,10	44,68	32,20	0,33	97,66	9,766
7	Tommi	konstant	2	5,20	0,8	23,7	2,1	2255,3	0,09	46,47	35,70	0,37	97,66	9,766
8	Tommi	konstant	2		0,7	18,4	4,4	1424	0,31		27,83		97,66	9,766
9	Tommi	konstant	3	4,50	0,2	19,7	2,9	2695	0,11	40,21	29,00	0,30	97,66	9,766
10	Tommi	konstant	3		2,7	18,2	2,3	1084,6	0,21		30,46		97,66	9,766
11	Tommi	konstant	3	5,00	0,4	11,3	4,6	3692	0,12	44,68	17,05	0,17	97,66	9,766
12	Tommi	konstant	3	5,50	0,4	20,1	1,7	2477,9	0,07	49,15	29,87	0,31	97,66	9,766
13	Tommi	konstant	4	4,50	0,5	19	1,1	1565,5	0,07	40,94	28,42	0,29	99,42	9,942
14	Tommi	konstant	4	5,00	0,2	10,6	1,8	2555,6	0,07	45,48	15,74	0,16	99,42	9,942
15	Tommi	konstant	4	5,50	0,3	12,9	1,3	2068,5	0,06	50,03	19,23	0,19	99,42	9,942
16	Tommi	konstant	4		0,5	12	1,4	1844,1	0,08		18,21		99,42	9,942
17	Tommi	konstant	5	2,80	0,9	23,2	2,5	2568,7	0,10	25,47	35,12	0,35	99,42	9,942
18	Tommi	konstant	5	4,20	0,2	9,3	2	2142,1	0,09	38,21	13,84	0,14	99,42	9,942
19	Tommi	konstant	5	4,50	0,6	41,4	0,9	1685,2	0,05	40,94	61,20	0,62	99,42	9,942
20	Tommi	konstant	5	5,60	0,7	26,1	4,2	4593	0,09	50,94	39,05	0,39	99,42	9,942
21	Tommi	konstant	6	4,20	0,4	31,7	2,1	1971,5	0,11	38,21	46,78	0,47	99,42	9,942
22	Tommi	konstant	6	4,80	0,5	16,5	2,1	3428	0,06	43,67	24,77	0,25	99,42	9,942
23	Tommi	konstant	6	5,40	0,4	18,2	1,7	3031,5	0,06	49,12	27,10	0,27	99,42	9,942
24	Tommi	konstant	6	5,00	0,5	11,4	1,3	2797,3	0,05	45,48	17,34	0,17	99,42	9,942
25	Tommi	N-Sensor	1	4,30	0,3	11,6	1,2	2127,6	0,06	39,35	17,34	0,17	100,01	10,00
26	Tommi	N-Sensor	1	4,90	0,7	13,6	1,4	2312,7	0,06	44,84	20,84	0,21	100,01	10,00
27	Tommi	N-Sensor	1	5,60	0,3	18,5	2,6	2293,4	0,11	51,25	27,40	0,27	100,01	10,00
28	Tommi	N-Sensor	1	6,20	0,5	66,7	1,4	2184,6	0,06	56,74	97,92	0,98	100,01	10,00
29	Tommi	N-Sensor	2	4,60	0,4	15,7	5,1	2633,9	0,19	42,09	23,46	0,23	100,01	10,00
30	Tommi	N-Sensor	2	5,50	0,9	22,1	2,5	2839,3	0,09	50,33	33,52	0,34	100,01	10,00
31	Tommi	N-Sensor	2		0,9	183	2,3	3482,1	0,07		268,42		100,01	10,00
32	Tommi	N-Sensor	2	6,50	0,5	31,1	1,9	2646,5	0,07	59,48	46,05	0,46	100,01	10,00
33	Tommi	N-Sensor	3	4,60	1,9	13,4	5,5	2665,5	0,21	42,09	22,30	0,22	100,01	10,00
34	Tommi	N-Sensor	3	5,70	0,2	13,2	3,5	3796	0,09	52,16	19,53	0,20	100,01	10,00
35	Tommi	N-Sensor	3	6,00	2,6	220	1,8	2352,4	0,08	54,91	323,93	3,24	100,01	10,00
36	Tommi	N-Sensor	3	6,30	1,1	218	2,3	3595	0,06	57,65	318,98	3,19	100,01	10,00
37	Tommi	N-Sensor	4	4,60	1,4	20,9	2,1	1796,3	0,12	42,58	32,50	0,32	101,16	10,12
38	Tommi	N-Sensor	4	5,00	1,6	20,2	2,5	2288,2	0,11	46,28	31,77	0,31	101,16	10,12
39	Tommi	N-Sensor	4	5,60	1,1	6,9	2,5	1724,6	0,14	51,83	11,66	0,12	101,16	10,12
40	Tommi	N-Sensor	4	7,60	2,4	75	2,2	1979,8	0,11	70,35	112,79	1,11	101,16	10,12
41	Tommi	N-Sensor	5	4,60	0,9	21,1	3,2	1537	0,21	42,58	32,06	0,32	101,16	10,12
42	Tommi	N-Sensor	5	5,60	1,3	22,2	2,9	1828,2	0,16	51,83	34,24	0,34	101,16	10,12
43	Tommi	N-Sensor	5		1,9	296	2,8	2305,9	0,12		434,54		101,16	10,12
44	Tommi	N-Sensor	5	7,50	3	276	8,6	2120,8	0,41	69,42	406,85	4,02	101,16	10,12
45	Tommi	N-Sensor	6	4,80	1,8	12,5	5	3375	0,15	44,43	20,84	0,21	101,16	10,12
46	Tommi	N-Sensor	6	5,10	0,4	17,2	2,7	2472,2	0,11	47,21	25,65	0,25	101,16	10,12
47	Tommi	N-Sensor	6	5,50	1,9	32,1	1,7	1422,6	0,12	50,91	49,54	0,49	101,16	10,12
48	Tommi	N-Sensor	6	6,20	0,9	67,1	2,6	2793	0,09	57,39	99,09	0,98	101,16	10,12

Fortsetzung Anhang 43: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

lfd	Sorte	Düngung	Verlustproben					Bunkerproben							
			Durchfahrt	Geschw.	Bruch	Ganzkorn	Verlust Gesamt in g	Bruch	Ganzkorn	Bruch in %	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Ertrag in dt/ha	Ertrag in t/ha
49	Hybnos	konstant	1	4,50	0,8	22,7	23,50	3,1	2035,6	0,15	42,19	34,24	0,33	102,47	10,25
50	Hybnos	konstant	1	5,20	1,2	44	45,20	2,9	2153,8	0,13	48,76	65,87	0,64	102,47	10,25
51	Hybnos	konstant	1	5,90	1,5	34,1	35,60	3,1	1917,1	0,16	55,32	51,88	0,51	102,47	10,25
52	Hybnos	konstant	1	7,50	3,8	978	982,10	2,5	2126,8	0,12	70,32	1431,11	13,97	102,47	10,25
53	Hybnos	konstant	2	4,70	4,6	79,2	83,80	3	1451,7	0,21	44,07	122,11	1,19	102,47	10,25
54	Hybnos	konstant	2	5,50	4,7	115	119,20	3,6	1390	0,26	51,57	173,70	1,70	102,47	10,25
55	Hybnos	konstant	2	5,90	2,1	61,6	63,70	4,1	1538,6	0,27	55,32	92,82	0,91	102,47	10,25
56	Hybnos	konstant	2	7,00	1,4	360	361,80	3,8	2068,7	0,18	65,63	527,21	5,15	102,47	10,25
57	Hybnos	konstant	3	4,80	2,4	38,7	41,10	4,2	1675,5	0,25	45,00	59,89	0,58	102,47	10,25
58	Hybnos	konstant	3	5,20	3,3	431	434,20	3,2	2161,6	0,15	48,76	632,71	6,17	102,47	10,25
59	Hybnos	konstant	3	5,80	3,5	68,7	72,20	6,1	3981	0,15	54,38	105,21	1,03	102,47	10,25
60	Hybnos	konstant	3	7,00	1,5	363	364,90	2,1	987,1	0,21	65,63	531,73	5,19	102,47	10,25
61	Hybnos	konstant	4		3,1	19,8	22,90	2,2	1234,7	0,18		33,37		105,06	10,51
62	Hybnos	konstant	4	5,10	7,6	95,1	102,70	4,5	1284,9	0,35	49,03	149,65	1,42	105,06	10,51
63	Hybnos	konstant	4	6,80	3,5	503	506,90	2,3	1095,3	0,21	65,37	738,65	7,03	105,06	10,51
64	Hybnos	konstant	4	7,00	2,1	142	144,40	2,2	1275,9	0,17	67,29	210,42	2,00	105,06	10,51
65	Hybnos	konstant	5	4,50	0,7	43,2	43,90	3,3	1525,8	0,22	43,26	63,97	0,61	105,06	10,51
66	Hybnos	konstant	5	5,20	1,9	90,8	92,70	2,8	1608,8	0,17	49,99	135,08	1,29	105,06	10,51
67	Hybnos	konstant	5	5,70	4	88,6	92,60	3	1643,9	0,18	54,79	134,94	1,28	105,06	10,51
68	Hybnos	konstant	5	7,10	3,9	151	154,50	4,2	1795	0,23	68,25	225,14	2,14	105,06	10,51
69	Hybnos	konstant	6	4,60	3,3	53,2	56,50	2	829	0,24	44,22	82,33	0,78	105,06	10,51
70	Hybnos	konstant	6	5,20	3,3	88,9	92,20	2,1	786,1	0,27	49,99	134,35	1,28	105,06	10,51
71	Hybnos	konstant	6	5,60	3,4	184	187,20	2,1	1086,1	0,19	53,83	272,79	2,60	105,06	10,51
72	Hybnos	konstant	6	6,80	3,2	955	958,40	2	1401,7	0,14	65,37	1396,58	13,29	105,06	10,51
73	Hybnos	N-Sensor	1	4,70	1,3	26	27,30	2,2	1046,5	0,21	47,30	39,78	0,36	109,99	11
74	Hybnos	N-Sensor	1	5,20	1,8	21	22,80	1,5	850,3	0,18	52,33	33,22	0,30	109,99	11
75	Hybnos	N-Sensor	1	5,80	1,3	26,7	28,00	3,6	1344,9	0,27	58,37	40,80	0,37	109,99	11
76	Hybnos	N-Sensor	1	7,00	1,6	120	121,70	3,5	1721,4	0,20	70,45	177,34	1,61	109,99	11
77	Hybnos	N-Sensor	2	4,60	2	35,5	37,50	2,3	1121,4	0,21	46,29	54,64	0,50	109,99	11
78	Hybnos	N-Sensor	2	5,30	4,3	41,1	45,40	4,7	1921,4	0,24	53,34	66,16	0,60	109,99	11
79	Hybnos	N-Sensor	2	6,00	1,4	34,7	36,10		1257,9	0,00	60,38	52,60	0,48	109,99	11
80	Hybnos	N-Sensor	2	6,80	1	95	96,00	2,9	2439,4	0,12	68,44	139,89	1,27	109,99	11
81	Hybnos	N-Sensor	3	4,80	1,7	33,8	35,50	3,4	1423,7	0,24	48,31	51,73	0,47	109,99	11
82	Hybnos	N-Sensor	3	5,40	1,1	25,2	26,30	2,3	1161,8	0,20	54,35	38,32	0,35	109,99	11
83	Hybnos	N-Sensor	3	6,00	0,2	40	40,20	1,8	962,6	0,19	60,38	58,58	0,53	109,99	11
84	Hybnos	N-Sensor	3	6,80	1,6	34,4	36,00	2,2	847	0,26	68,44	52,46	0,48	109,99	11
85	Hybnos	N-Sensor	4	4,60	1,8	29,6	31,40	1,9	757,8	0,25	46,69	45,76	0,41	110,93	11,09
86	Hybnos	N-Sensor	4	5,50	2,6	56,2	58,80	2,4	1224	0,20	55,83	85,68	0,77	110,93	11,09
87	Hybnos	N-Sensor	4	6,00	2,7	45	47,70	2,8	1056,7	0,26	60,90	69,51	0,63	110,93	11,09
88	Hybnos	N-Sensor	4	6,70	1,1	75,3	76,40	1,9	1143,4	0,17	68,01	111,33	1,00	110,93	11,09
89	Hybnos	N-Sensor	5	4,70	2,5	31,7	34,20	2,8	1022,5	0,27	47,71	49,84	0,45	110,93	11,09
90	Hybnos	N-Sensor	5	5,40	3,3	22,8	26,10	1,9	1113,8	0,17	54,81	38,03	0,34	110,93	11,09
91	Hybnos	N-Sensor	5	5,80	4	56,6	60,60	5,4	1881,7	0,29	58,87	88,31	0,80	110,93	11,09
92	Hybnos	N-Sensor	5	6,50	2	115	117,00	4,6	2668,3	0,17	65,98	170,49	1,54	110,93	11,09
93	Hybnos	N-Sensor	6	4,80	4,9	36,6	41,50	1,8	936,8	0,19	48,72	60,47	0,55	110,93	11,09
94	Hybnos	N-Sensor	6	5,80	2,1	53,8	55,90	3,4	1944	0,17	58,87	81,46	0,73	110,93	11,09
95	Hybnos	N-Sensor	6	6,10	2,1	31,1	33,20	3,3	1468	0,22	61,92	48,38	0,44	110,93	11,09
96	Hybnos	N-Sensor	6	6,70	2,8	200	203,10	2,4	1205,3	0,20	68,01	295,96	2,67	110,93	11,09

Anhang 44: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004,
Mährescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

lfd.Nr.	Behandlung	Block	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Verlustproben			Bunkerproben			Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Ertrag in dt/ha
					Bruch	Ganzkorn	Verlust Gesamt in g	Bruch	Ganzkorn	Bruchkorn in %				
1	N-Sensor	1	1	4,10	0,2	14	14,20	1,6	1955	0,08	39,05	20,69	0,20	104,11
2	N-Sensor	1	1	5,00	0,2	10,9	11,10	0,5	1963,4	0,03	47,63	16,17	0,16	104,11
3	N-Sensor	1	1	6,00	0,4	22,3	22,70	9	1646,9	0,55	57,15	33,08	0,32	104,11
4	N-Sensor	1	1	7,00	0,5	48	48,50	1,5	1748,4	0,09	66,68	70,67	0,68	104,11
5	N-Sensor	1	2	4,10	0,3	28,7	29,00	1,1	1651,2	0,07	39,05	42,26	0,41	104,11
6	N-Sensor	1	2	5,00	0,5	19	19,50	1,7	1757,7	0,10	47,63	28,42	0,27	104,11
7	N-Sensor	1	2	6,00	0,5	21	21,50	0,5	1718	0,03	57,15	31,33	0,30	104,11
8	N-Sensor	1	2	7,20	0,5	31,1	31,60	0,4	1755,7	0,02	68,58	46,05	0,44	104,11
9	N-Sensor	1	3	4,10	0,4	17	17,40	1,9	1861,3	0,10	39,05	25,36	0,24	104,11
10	N-Sensor	1	3	5,00	0,3	19,8	20,10	1,3	2002,6	0,06	47,63	29,29	0,28	104,11
11	N-Sensor	1	3	5,90	0,5	28	28,50	1,7	2008,4	0,08	56,20	41,53	0,40	104,11
12	N-Sensor	1	3	7,50	0,4	45	45,40	1,2	1713,4	0,07	71,44	66,16	0,64	104,11
49	N-Sensor	2	1	4,10	0,4	24,1	24,50	2	1986,8	0,10	37,33	35,70	0,36	99,52
50	N-Sensor	2	1	5,10	0,6	31,9	32,50	1,2	1928,8	0,06	46,43	47,36	0,48	99,52
51	N-Sensor	2	1	6,10	0,4	34,7	35,10	2,2	1955,6	0,11	55,54	51,15	0,51	99,52
52	N-Sensor	2	1	7,70	0,7	22,4	23,10	1,9	1997,5	0,10	70,10	33,66	0,34	99,52
53	N-Sensor	2	2	4,00	0,3	18	18,30	2	1784,9	0,11	36,42	26,67	0,27	99,52
54	N-Sensor	2	2	5,10	0,2	19,3	19,50	1,5	2004,4	0,07	46,43	28,42	0,29	99,52
55	N-Sensor	2	2	6,10	0,1	33,3	33,40	1,3	1920	0,07	55,54	48,67	0,49	99,52
56	N-Sensor	2	2		0,5	49,9	50,40	3	1905,6	0,16		73,44		99,52
57	N-Sensor	2	3	4,20	0,3	26,9	27,20	2,2	1936,5	0,11	38,24	39,64	0,40	99,52
58	N-Sensor	2	3	5,10	0,4	22,6	23,00	1,8	2047,3	0,09	46,43	33,52	0,34	99,52
59	N-Sensor	2	3	6,00	0,9	25,4	26,30	2,1	1937,5	0,11	54,63	38,32	0,39	99,52
60	N-Sensor	2	3	7,80	0,2	23,6	23,80	1,9	1946,1	0,10	71,01	34,68	0,35	99,52
61	N-Sensor	2	4	4,00	0,3	15,5	15,80	2,3	1884,3	0,12	36,42	23,02	0,23	99,52
62	N-Sensor	2	4	5,10	0,5	30,3	30,80	1,8	1963,5	0,09	46,43	44,88	0,45	99,52
63	N-Sensor	2	4	6,10			0,00	1,8	1890,2	0,10		0,00		99,52
64	N-Sensor	2	4	7,20	0,6	36,4	37,00	1,5	1857,9	0,08	65,55	53,92	0,54	99,52
65	N-Sensor	3	1	4,00	0,3	24,2	24,50	1,9	1924	0,10	36,42	35,70	0,36	99,52
66	N-Sensor	3	1	5,10	0,3	35,5	35,80	2,4	1959,8	0,12	46,43	52,17	0,52	99,52
67	N-Sensor	3	1	6,00	0,5	39,8	40,30	1,5	1890,6	0,08	54,63	58,72	0,59	99,52
68	N-Sensor	3	1		0,9	92,7	93,60	1,9	1810,2	0,10		136,39		99,52
69	N-Sensor	3	2	4,10	0,5	17,3	17,80	4	1782,4	0,22	37,33	25,94	0,26	99,52
70	N-Sensor	3	2	5,00	0,4	15,7	16,10	2,3	1858,2	0,12	45,52	23,46	0,24	99,52
71	N-Sensor	3	2	5,90	0,2	15,8	16,00	2,6	1853,9	0,14	53,72	23,32	0,23	99,52
72	N-Sensor	3	2	6,50	0,8	66,7	67,50	1,6	1917,1	0,08	59,18	98,36	0,99	99,52
73	N-Sensor	3	3	4,00	0,2	10,8	11,00	2,8	1939,1	0,14	36,42	16,03	0,16	99,52
74	N-Sensor	3	3	5,10	0,4	15,6	16,00	1,6	1394,1	0,11	46,43	23,32	0,23	99,52
75	N-Sensor	3	3	6,00	0,3	20,2	20,50	2,4	1942,6	0,12	54,63	29,87	0,30	99,52
76	N-Sensor	3	3	7,40	0,7	27,4	28,10	2,2	1931,7	0,11	67,37	40,95	0,41	99,52
113	N-Sensor	4	1	4,20	0,6	25,6	26,20	2,3	1882	0,12	36,97	38,18	0,40	96,22
114	N-Sensor	4	1	5,00	0,3	19,7	20,00	2,9	1796,2	0,16	44,01	29,14	0,30	96,22
115	N-Sensor	4	1	6,10	0,2	24,2	24,40	2	1813,4	0,11	53,69	35,56	0,37	96,22
116	N-Sensor	4	1	7,60	0,3	19,5	19,80	2	1851,2	0,11	66,90	28,85	0,30	96,22
117	N-Sensor	4	2	4,10	0,2	6,5	6,70	2,6	1805,8	0,14	36,09	9,76	0,10	96,22
118	N-Sensor	4	2	5,20	0,1	14,6	14,70	2	1854,4	0,11	45,77	21,42	0,22	96,22
119	N-Sensor	4	2	7,30	0,3	37,7	38,00	2	1960,9	0,10	64,26	55,37	0,58	96,22
120	N-Sensor	4	2	8,20	0,4	65	65,40	1,4	1860,5	0,08	72,18	95,30	0,99	96,22
121	N-Sensor	4	3	4,10	0,5	16,1	16,60	2,3	1863,1	0,12	36,09	24,19	0,25	96,22
122	N-Sensor	4	3	5,10	0,2	23,2	23,40	2,8	1851,2	0,15	44,89	34,10	0,35	96,22
123	N-Sensor	4	3	6,10	0,3	28	28,30	2,2	1809,7	0,12	53,69	41,24	0,43	96,22
124	N-Sensor	4	3	7,80	0,5	39,4	39,90	1,7	1823,3	0,09	68,66	58,14	0,60	96,22

Fortsetzung Anhang 44: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin
2004, Mähdrescherleistung, Druschverluste und Bruchkorn

Ffd.Nr.	Behandlung	Block	Durchfahrt	Fahrgeschw. in km/h	Verlustproben			Bunkerproben						
					Bruch	Ganzkorn	Verlust Gesamt in g	Bruch	Ganzkorn	Bruchkorn in %	Leistung in t/h	Verlust in kg/ha	Verlust in %	Ertrag in dt/ha
17	Konstant	1	1	6,60	0,6	29,5	30,10	2,4	1873,8	0,13	58,88	43,86	0,45	97,52
18	Konstant	1	1	6,30	0,4	15,8	16,20	2,1	1983,8	0,11	56,20	23,61	0,24	97,52
19	Konstant	1	1	5,00	0,8	19,6	20,40	2,3	1964,2	0,12	44,61	29,73	0,30	97,52
20	Konstant	1	1	4,10	0,3	15,8	16,10	2,4	2004,7	0,12	36,58	23,46	0,24	97,52
21	Konstant	1	2	6,70	0,5	20,9	21,40	2	1918,4	0,10	59,77	31,18	0,32	97,52
22	Konstant	1	2	6,20	0,3	24	24,30	2,6	1934	0,13	55,31	35,41	0,36	97,52
23	Konstant	1	2	4,80	0,6	24	24,60	1,2	1804,6	0,07	42,82	35,85	0,37	97,52
24	Konstant	1	2	4,30	0,5	19,3	19,80	0,8	1594,9	0,05	38,36	28,85	0,30	97,52
25	Konstant	1	3	7,50	1,3	117,9	119,20	1,9	1841,8	0,10	66,91	173,70	1,78	97,52
26	Konstant	1	3	6,10	0,3	20,1	20,40	1,7	2002,5	0,08	54,42	29,73	0,30	97,52
27	Konstant	1	3	5,00	0,4	18,6	19,00	2,1	1862,6	0,11	44,61	27,69	0,28	97,52
28	Konstant	1	3	3,90	0,4	19	19,40	1,4	1974	0,07	34,79	28,27	0,29	97,52
29	Konstant	1	4	7,50	0,3	40,3	40,60	1,7	1949	0,09	66,91	59,16	0,61	97,52
30	Konstant	1	4	6,20	0,3	17	17,30	1,3	1784,1	0,07	55,31	25,21	0,26	97,52
31	Konstant	1	4	5,10	0,5	32,4	32,90	1,2	1960,8	0,06	45,50	47,94	0,49	97,52
32	Konstant	1	4	4,30	0,5	24,2	24,70	0,5	1851,4	0,03	38,36	35,99	0,37	97,52
33	Konstant	2	1	7,40	0,7	51,7	52,40	1,7	1957,8	0,09	66,02	76,36	0,78	97,52
34	Konstant	2	1	5,80	0,4	18,2	18,60	1,3	1915,3	0,07	51,74	27,10	0,28	97,52
35	Konstant	2	1	5,00	0,3	20,7	21,00	1,3	1921,2	0,07	44,61	30,60	0,31	97,52
36	Konstant	2	1	4,10			0,00	2	1957,6	0,10		0,00		97,52
37	Konstant	2	2		0,6	17,8	18,40	2,3	1911,4	0,12		26,81		97,52
38	Konstant	2	2	6,20	0,2	19,4	19,60	2,5	1804,1	0,14	55,31	28,56	0,29	97,52
39	Konstant	2	2	5,20	0,2	13,6	13,80	2,2	1892,4	0,12	46,39	20,11	0,21	97,52
40	Konstant	2	2	4,30	0,3	30,9	31,20	2	1875,8	0,11	38,36	45,46	0,47	97,52
41	Konstant	2	3		0,2	17,4	17,60	3	1940	0,15		25,65		97,52
42	Konstant	2	3	5,80	0,6	15,8	16,40	2,6	1934,9	0,13	51,74	23,90	0,25	97,52
43	Konstant	2	3	5,40	0,4	24,4	24,80	1,8	1886,3	0,10	48,17	36,14	0,37	97,52
44	Konstant	2	3	4,30	0,2	16	16,20	5,6	1968,3	0,28	38,36	23,61	0,24	97,52
81	Konstant	3	1	6,10	0,6	21	21,60	3,4	1855,2	0,18	51,13	31,48	0,34	91,62
82	Konstant	3	1	4,40	0,3	20	20,30	3,2	1783,8	0,18	36,88	29,58	0,32	91,62
83	Konstant	3	1	5,50	0,5	29,2	29,70	3,3	1781,8	0,19	46,10	43,28	0,47	91,62
84	Konstant	3	1	4,10	0,7	16,2	16,90	2,6	1854,3	0,14	34,36	24,63	0,27	91,62
85	Konstant	3	2	7,30	0,5	26,6	27,10	3,2	1848,8	0,17	61,18	39,49	0,43	91,62
86	Konstant	3	2	6,20	0,4	16,7	17,10	2,5	1897	0,13	51,96	24,92	0,27	91,62
87	Konstant	3	2	5,60	0,4	20,7	21,10	2,6	1820,1	0,14	46,94	30,75	0,34	91,62
88	Konstant	3	2	4,30	0,4	18	18,40	2,6	1812,4	0,14	36,04	26,81	0,29	91,62
89	Konstant	3	3	7,60	0,4	48	48,40	2,9	1900,7	0,15	63,70	70,53	0,77	91,62
90	Konstant	3	3	6,00	0,4	31,7	32,10	1,2	1935,5	0,06	50,29	46,78	0,51	91,62
91	Konstant	3	3	5,10	0,3	18,7	19,00	2	1939,7	0,10	42,75	27,69	0,30	91,62
92	Konstant	3	3	4,20	0,4	14,9	15,30	2	1955,7	0,10	35,20	22,30	0,24	91,62
93	Konstant	3	4	7,60	0,2	19,9	20,10	3,3	1948,7	0,17	63,70	29,29	0,65	91,62
94	Konstant	3	4	6,40	0,3	23	23,30	3,5	1777,7	0,20	53,64	33,95	0,37	91,62
95	Konstant	3	4	5,40	0,2	21,2	21,40	1,8	1847,1	0,10	45,26	31,18	0,34	91,62
96	Konstant	3	4	4,20	0,4	21,4	21,80	1,5	1856,5	0,08	35,20	31,77	0,35	91,62
97	Konstant	4	1	7,40	0,5	46,8	47,30	2,6	1791,2	0,15	62,02	68,93	0,75	91,62
98	Konstant	4	1	6,00	0,4	30,5	30,90	1,8	1896,1	0,09	50,29	45,03	0,49	91,62
99	Konstant	4	1	5,30	0,3	127,3	127,60	2,5	1933,3	0,13	44,42	185,94	2,03	91,62
100	Konstant	4	1	4,20	0,3	15,3	15,60	2,4	1952,9	0,12	35,20	22,73	0,25	91,62
101	Konstant	4	2	7,40	0,4	12,2	12,60	1,5	1828,1	0,08	62,02	18,36	0,60	91,62
102	Konstant	4	2	6,50	0,3	10,5	10,80	2,5	1902,1	0,13	54,48	15,74	0,17	91,62
103	Konstant	4	2	5,40	0,2	15,3	15,50	2,7	1890,7	0,14	45,26	22,59	0,25	91,62
104	Konstant	4	2	4,70	0,3	19,2	19,50	2,1	1881,7	0,11	39,39	28,42	0,31	91,62
105	Konstant	4	3	7,50	0,8	52,8	53,60	3,4	1795,5	0,19	62,86	78,11	0,85	91,62
106	Konstant	4	3	6,30	0,4	21,1	21,50	2,9	1909,8	0,15	52,80	31,33	0,34	91,62
107	Konstant	4	3	5,30	0,4	20,7	21,10	2	1847,4	0,11	44,42	30,75	0,34	91,62
108	Konstant	4	3	4,50	0,3	13,6	13,90	2,3	1925,3	0,12	37,72	20,26	0,22	91,62

Anhang 45: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002 bis 2004, Erträge

Standort	Jahr	Sorte	Ertrag dt/ha		Differenz in %
			Yara N-Sensor	Konstant	
Wagun	2002	Toronto	76,48	73,82	3,6
Aschara	2002	Fronti	70,28	70,55	-0,4
Görmin	2004	Ritmo	99,93	94,55	5,7
Fahrenwalde	2004	Tommi	100,58	98,54	2,1
Fahrenwalde	2004	Hybnos	110,99	104,47	6,2
		MW	91,65	88,39	

Anhang 46: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002 bis 2004,
Kraftstoffverbrauch

Standort	Jahr	Sorte	Kraftstoffverbrauch in l/t		
			Yara N-Sensor	Konstant	Differenz in %
Fahrenwalde	2004	Tommi	1,75	2,78	37,1
Fahrenwalde	2004	Hybnos	1,69	1,97	14,2
		MW	1,72	2,38	

Anhang 47: Stickstoffpreise

Copyright by N.U. Agrar GmbH, Scheckenhah, Info 21/2008

Was kostet das kg Nährstoff?

Düngersorte	Nährstoffgehalte					Preis ¹⁾ €/100 kg	Preis pro kg Reinnährstoff				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
N-Dünger											
AHL (flüssig)	28	-	-	-	-	34	1,21	-	-	-	-
HST gran.	46	-	-	-	-	61	1,36	-	-	-	-
HST gran.	46	-	-	-	-	32 ²⁾	0,70	-	-	-	-
Alzon 28 (flüssig)	28	-	-	-	-	37	1,32	-	-	-	-
Alzon gran.	46	-	-	-	-	64	1,40	-	-	-	-
KAS	27	-	-	4	-	41	1,45	-	-	0,34	-
Piasan (AHL+S)	24	-	-	-	3	33	1,27	-	-	-	0,91
Alzon + S (flüssig)	24	-	-	-	3	37	1,41	-	-	-	0,91
Hydrosulfan	24	-	-	-	5	40	1,47	-	-	-	0,91
ASS (flüssig)	20	-	-	-	6	21	0,78	-	-	-	0,91
Piamon S	33	-	-	-	12	52	1,24	-	-	-	0,91
ASS (gran.)	26	-	-	-	13	46	1,31	-	-	-	0,91
SSA	21	-	-	-	24	37	0,70	-	-	-	0,91
P-Dünger											
Triple-Phosphat	-	46	-	-	-	78	-	1,71	-	-	-
Super-Phosphat	-	38	-	-	16	74	-	1,55	-	-	0,91
DAP	18	46	-	-	-	86	0,70	1,61	-	-	-
NP 14-34	14	34	-	-	9	58	0,70	1,18	-	-	0,91
NP 20+20	20	20	-	-	-	65	0,70	2,57	-	-	-
NP 26+13	26	13	-	-	-	58	0,70	3,05	-	-	-
NPK 15+15+15	15	15	15	-	-	64	0,70	2,59	0,96	-	-
NPK 5+12+24	5	12	24	-	-	60	0,70	2,73	0,96	-	-
NPK 20+7+10	20	7	10	2	-	54	0,70	4,21	0,97	0,34	-
K-Dünger											
60er Kali	-	-	60	-	-	64	-	-	1,06	-	-
40er Kornkali	-	-	40	6	4	45	-	-	0,97	0,34	0,91
Patentkali	-	-	30	10	20	54	-	-	1,06	0,34	0,91
Mg-Kainit	-	-	11	5	4	18	-	-	1,11	0,34	0,91
Thomaskali	-	7	21	-	-	44	-	1,18	1,68	-	-
PK 10-25 (2+6)	-	10	25	2	6	49	-	1,18	1,26	0,34	0,91
PK 12-24	-	12	24	-	6	50	-	1,18	1,28	-	0,91

Copyright by N.U. Agrar GmbH, Scheckenhah, Info 21/2008

Düngersorte	Nährstoffgehalte					Preis ¹⁾ €/100 kg	Preis pro kg Reinnährstoff				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Mg-Dünger											
40er Kornkali	-	-	40	6	4	44	-	-	0,97	0,34	0,91
Magnesia-Kainit	-	-	11	5	4	17	-	-	0,97	0,53	0,91
Kieserit	-	-	-	25	20	26	-	-	-	0,34	0,91
S-Dünger											
SSA	21	-	-	-	24	36	0,70	-	-	-	0,91
ASS	26	-	-	-	13	46	0,70	-	-	-	2,13
Piamon S	33	-	-	-	12	52	0,70	-	-	-	2,41
Super-Phosphat	-	38	-	-	16	74	-	1,18	-	-	1,79
40er Kornkali	-	-	40	6	4	44	-	-	0,97	0,34	0,92
Patentkali	-	-	30	10	20	54	-	-	0,97	0,34	1,05
Kieserit	-	-	-	25	20	27	-	-	-	0,34	0,92

1) Preise des Landhandels (Anfang Oktober)

2) Harnstoffpreis am 25.10.2008

Organische Düngemittel	Nährstoffgehalte je m ³ bzw. je t						Preis €/100 kg	Preis pro kg Reinnährstoff					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
Schweinegülle m ³	5	4	3	2	-	0,5	12,27	0,70	1,18	0,97	0,34	-	0,91
Rindergülle m ³	4	2	7	1	-	0,5	12,75	0,70	1,18	0,97	0,34	-	0,91
Hühnertrockenkot (45%TS) t	19	17	14	5	42	-	50,32	0,70	1,18	0,97	0,34	0,04	-
Putenmist t	9	20	16	5	18	-	47,84	0,70	1,18	0,97	0,34	0,04	-
Klärschlamm t	8	33	4	10	65	-	54,42	0,70	1,18	0,97	0,34	0,04	-
Kompost (Bioabfall) t	18	8	10	8	55	-	36,66	0,70	1,18	0,97	0,34	0,04	-
Kompost (Grüngut) t	12	5	8	6	40	-	25,70	0,70	1,18	0,97	0,34	0,04	-
Fleischknochenmehl	7	14	-	-	15	-	22,02	0,70	1,18	-	-	0,04	-

Wenn organische Dünger regelmäßig ausgebracht werden, können die darin enthaltenen Nährstoffe wie bei der Zufuhr von Mineraldünger gewertet werden. Bei der erstmaligen Ausbringung wird der in organischen Düngern enthaltene Stickstoff zu 60 %, das Phosphor zu 40 % angesetzt. Kali und Magnesium werden wie in Mineraldüngern bewertet.

Anhang 48: Ermittlung der Preiserhöhung in €/dt und €/ha Weizenfläche durch Vermeidung von Problemflächen

Bundesland	Ertrag dt/ha	Summe Preiserhöhung €/ha	Summe Preiserhöhung €/dt
Sachsen-Anhalt	71,14	4,29	0,06
Mecklenburg-Vorpommern	72,19	4,35	0,06
Sachsen	64,27	4,93	0,08
Brandenburg	57,02	6,56	0,12
Thüringen	67,83	6,81	0,10
Bayern	65,98	10,10	0,15
Niedersachsen	80,30	10,42	0,13
Baden-Württemberg	66,09	14,37	0,22
Saarland	61,00	15,10	0,25
Rheinland-Pfalz	67,26	15,32	0,23
Nordrhein-Westfalen	83,14	15,66	0,19
Hessen	73,60	19,87	0,27
Schleswig-Holstein	88,66	20,22	0,23

Quelle: Daten BAGKF (1995 - 2003), (nach Lassen 2004)

Anhang 49: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung 2002 bis 2004,
Boniturplan

Parameter	2002		2004	
	Aschara	Wagun	Görmin	Fahrenwalde
Bestandeshöhe			12.08.2004	11.08.2004
Pflanzen/lfd. Meter			27.05.2004 20.06.2004	
Triebe/lfd. Meter			27.05.2004	11.08.2004
Ähren/lfd. Meter			20.06.2004 12.08.2004	11.08.2004
Anzahl grüner Stängel	26.-27.07.2002 15.08.2002	30.-31.07.2002 01.08.2002 07.08.2002	12.08.2004	11.08.2004
Anteil grüner Blattmasse	26.-27.07.2002 15.08.2002	30.-31.07.2002 01.08.2002 07.08.2002	12.08.2004	11.08.2004
Ausreiben der Ähren	26.-27.07.2002 15.08.2002	30.-31.07.2002 01.08.2002 07.08.2002	12.08.2004	11.08.2004
Strohverdrehprobe	26.-27.07.2002 15.08.2002	30.-31.07.2002 01.08.2002 07.08.2002	12.08.2004	11.08.2004
Stohkonsistenz	26.-27.07.2002 15.08.2002	30.-31.07.2002 01.08.2002 07.08.2002	12.08.2004	11.08.2004
Strohfeuchte	26.-27.07.2002 15.08.2002	30.-31.07.2002 01.08.2002 07.08.2002	12.08.2004	
Lager			12.08.2004	
Kornfeuchte				11.08.2004
Ährenhöhe von 22 Ähren			12.08.2004	11.08.2004

Anhang 50: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Wagun 2002,
Boniturdaten 30.07. – 01.08.2002

[illegible]

Anhang 51: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Aschara 2002,
Boniturdaten 26. – 27.07.2002

1. Bonitur Aschara 26.-27.07.02		2. Bonitur Aschara 15.08.02	
5	1	5	1
4	2	4	2
3	3	3	3
2	4	2	2
1	5	1	1
	6		6
	7		7
	8		8
	9		9
	10		10
	11		11
	12		12
	13		13
	14		14
	15		15
	16		16
	17		17
	18		18
	19		19
	20		20
	21		21
	22		22
	23		23
	24		24
	25		25
	26		26
	27		27
	28		28
	29		29
	30		30
	31		31
	32		32
	33		33
	34		34
	35		35
	36		36
	37		37
	38		38
	39		39
	40		40
	41		41
	42		42
	43		43
	44		44
	45		45
	46		46
	47		47
	48		48
	49		49
	50		50
	51		51
	52		52
	53		53
	54		54
	55		55
	56		56
	57		57
	58		58
	59		59
	60		60
	61		61
	62		62
	63		63
	64		64
	65		65
	66		66
	67		67
	68		68
	69		69
	70		70
	71		71
	72		72
	73		73
	74		74
	75		75
	76		76
	77		77
	78		78
	79		79
	80		80
	81		81
	82		82
	83		83
	84		84
	85		85
	86		86
	87		87
	88		88
	89		89
	90		90
	91		91
	92		92
	93		93
	94		94
	95		95
	96		96
	97		97
	98		98
	99		99
	100		100
	101		101
	102		102
	103		103
	104		104
	105		105
	106		106
	107		107
	108		108
	109		109
	110		110
	111		111
	112		112
	113		113
	114		114
	115		115
	116		116
	117		117
	118		118
	119		119
	120		120
	121		121
	122		122
	123		123
	124		124
	125		125
	126		126
	127		127
	128		128
	129		129
	130		130
	131		131
	132		132
	133		133
	134		134
	135		135
	136		136
	137		137
	138		138
	139		139
	140		140
	141		141
	142		142
	143		143
	144		144
	145		145
	146		146
	147		147
	148		148
	149		149
	150		150
	151		151
	152		152
	153		153
	154		154
	155		155
	156		156
	157		157
	158		158
	159		159
	160		160
	161		161
	162		162
	163		163
	164		164
	165		165
	166		166
	167		167
	168		168
	169		169
	170		170
	171		171
	172		172
	173		173
	174		174
	175		175
	176		176
	177		177
	178		178
	179		179
	180		180
	181		181
	182		182
	183		183
	184		184
	185		185
	186		186
	187		187
	188		188
	189		189
	190		190
	191		191
	192		192
	193		193
	194		194
	195		195
	196		196
	197		197
	198		198
	199		199
	200		200
	201		201
	202		202
	203		203
	204		204
	205		205
	206		206
	207		207
	208		208
	209		209
	210		210
	211		211
	212		212
	213		213
	214		214
	215		215
	216		216
	217		217
	218		218
	219		219
	220		220
	221		221
	222		222
	223		223
	224		224
	225		225
	226		226
	227		227
	228		228
	229		229
	230		230
	231		231
	232		232
	233		233
	234		234
	235		235
	236		236
	237		237
	238		238
	239		239
	240		240
	241		241
	242		242
	243		243
	244		244
	245		245
	246		246
	247		247
	248		248
	249		249
	250		250
	251		251
	252		252
	253		253
	254		254
	255		255
	256		256
	257		257
	258		258
	259		259
	260		260
	261		261
	262		262
	263		263
	264		264
	265		265
	266		266
	267		267
	268		268
	269		269
	270		270
	271		271
	272		272
	273		273
	274		274
	275		275
	276		276
	277		277
	278		278
	279		279
	280		280
	281		281
	282		282
	283		283
	284		284
	285		285
	286		286
	287		287
	288		288
	289		289
	290		290
	291		291
	292		292
	293		293
	294		294
	295		295
	296		296
	297		297
	298		298
	299		299
	300		300
	301		301
	302		302
	303		303
	304		304
	305		305
	306		306
	307		307
	308		308
	309		309
	310		310
	311		311
	312		312
	313		313
	314		314
	315		315
	316		316
	317		317
	318		318
	319		319
	320		320
	321		321
	322		322
	323		323
	324		324
	325		325
	326		326
	327		327
	328		328
	329		329
	330		330
	331		331
	332		332
	333		333
	334		334
	335		335
	336		336
	337		337
	338		338
	339		339
	340		340
	341		341
	342		342
	343		343
	344		344
	345		345
	346		346
	347		347
	348		348
	349		349
	350		350
	351		351
	352		352
	353		353
	354		354
	355		355
	356		356
	357		357
	358		358
	359		359
	360		360
	361		361
	362		362
	363		363
	364		364
	365		365
	366		366
	367		367
	368		368
	369		369
	370		370
	371		371
	372		372
	373		373
	374		374
	375		375
	376		376
	377		377
	378		378
	379		379
	380		380
	381		381
	382		382
	383		383
	384		384
	385		385
	386		386
	387		387
	388		388
	389		389
	390		390
	391		391
	392		392
	393		393
	394		394
	395		395
	396		396
	397		397
	398		398
	399		399
	400		400
	401		401
	402		402
	403		403
	404		404
	405		405
	406		406
	407		407
	408		408
	409		409
	410		410
	411		411
	412		

Anhang 52: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004,
Boniturdaten

Sorte	lfd.Nr.	Düngung 1=konstant 2=N-Sensor	Behandlung 1=Opus Top 2=Opera Star	EC 39 14.05.04 Triebe je lfd.m	EC 69 ährentragende Halme je lfd.m	EC 39 14.05.04 Triebe je m²	EC 69 ährentragende Halme je m²	Reduzierung auf %	Wuchshöhe in cm	grüne Blattmasse	grüne Strohmasse	Strohkonsistenz	Verdrehprobe	Ausreiben Körner	Feuchte %
Tommi	1	1	1	85	55	680,00	440,00	64,71	100	1	2	7	5	3	13,3
Tommi	2	1	1	84	59	672,00	472,00	70,24	100	1	1	7	5	3	12,8
Tommi	3	1	1	108	83	864,00	664,00	76,85	95	1	1	7	5	4	13,2
Tommi	4	1	1	87	65	696,00	520,00	74,71	95	1	1	7	5	4	12,9
Tommi	5	1	2	107	71	856,00	568,00	66,36	100	1	2	7	5	3	12,8
Tommi	6	1	2	85	59	680,00	472,00	69,41	100	1	2	7	5	4	13,6
Tommi	7	1	2	103	76	824,00	608,00	73,79	100	1	1	7	5	4	12,9
Tommi	8	1	2	130	100	1040,00	800,00	76,92	100	1	2	7	5	3	13,1
Tommi	9	2	1	96	61	768,00	488,00	63,54	90	1	1	7	5	4	12,7
Tommi	10	2	1	76	59	608,00	472,00	77,63	95	1	2	7	5	3	13
Tommi	11	2	1	98	75	784,00	600,00	76,53	95	1	2	7	5	3	13,2
Tommi	12	2	1	108	79	864,00	632,00	73,15	95	1	2	7	5	3	14,1
Tommi	13	2	2	92	63	736,00	504,00	68,48	90	1	1	6	5	4	12,8
Tommi	14	2	2	72	53	576,00	424,00	73,61	85	1	2	8	6	3	14,5
Tommi	15	2	2	75	49	600,00	392,00	65,33	95	1	1	7	5	3	12,9
Tommi	16	2	2	78	56	624,00	448,00	71,79	85	1	1	8	6	3	12,8
Hybnos	17	1	1	90	79	720,00	632,00	87,78	95	1	1	8	6	6	13,8
Hybnos	18	1	1	92	65	736,00	520,00	70,65	90	1	1	6	5	6	13,1
Hybnos	19	1	1	56	42	448,00	336,00	75,00	80	1	1	6	5	6	13,1
Hybnos	20	1	1	71	64	568,00	512,00	90,14	90	1	1	7	5	5	14,9
Hybnos	21	1	2	66	43	528,00	344,00	65,15	60	1	1	7	5	4	12,9
Hybnos	22	1	2	84	66	672,00	528,00	78,57	80	1	1	8	6	4	13,7
Hybnos	23	1	2	95	66	760,00	528,00	69,47	90	1	1	8	6	4	13,2
Hybnos	24	1	2	100	77	800,00	616,00	77,00	95	1	1	8	6	4	15,2
Hybnos	25	2	1	61	49	488,00	392,00	80,33	80	1	1	8	6	5	13,2
Hybnos	26	2	1	89	75	712,00	600,00	84,27	90	1	1	7	5	4	13,5
Hybnos	27	2	1	72	45	576,00	360,00	62,50	70	1	1	6	5	5	13,1
Hybnos	28	2	1	130	104	1040,00	832,00	80,00	95	1	1	8	6	5	13,9
Hybnos	29	2	2	86	78	688,00	624,00	90,70	100	1	1	7	5	6	13,6
Hybnos	30	2	2	117	75	936,00	600,00	64,10	90	1	1	8	5	5	14
Hybnos	31	2	2	96	96	768,00	768,00	100,00	90	1	1	8	5	7	13,2
Hybnos	32	2	2	104	64	832,00	512,00	61,54	95	1	2	8	6	7	15,5

Fortsetzung Anhang 52: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Fahrenwalde 2004, Boniturdaten

Sorte	lfd.Nr.	Düngung 1=konstant 2=N-Sensor	Behandlung 1=Opus Top 2=Opera Star	EC 39 14.05.04 Triebe je lfd.m	EC 69 ährentragende Halme je lfd.m	EC 39 14.05.04 Triebe je m²	EC 69 ährentragende Halme je m²	Reduzierung auf %	Wuchshöhe in cm	grüne Blattmasse	grüne Strohmasse	Strohkonsistenz	Verdrehprobe	Ausreiben Körner	Feuchte %
Tommi	49	1	1	93	69	744,00	552,00	74,19	100	1	1	6	5	4	16
Tommi	50	1	1	71	45	568,00	360,00	63,38	85	1	1	5	5	3	16
Tommi	51	1	1	84	69	672,00	552,00	82,14	100	1	1	7	5	4	16,1
Tommi	52	1	1	106	106	848,00	848,00	100,00	100	1	1	6	5	4	16
Tommi	53	1	2	79	55	632,00	440,00	69,62	95	1	1	6	5	5	15,8
Tommi	54	1	2	89	67	712,00	536,00	75,28	95	1	1	7	5	5	16,1
Tommi	55	1	2	98	68	784,00	544,00	69,39	100	1	1	7	5	4	16,3
Tommi	56	1	2	65	49	520,00	392,00	75,38	95	1	1	6	4	4	16,3
Tommi	57	2	1	87	47	696,00	376,00	54,02	80	1	1	5	4	3	16,3
Tommi	58	2	1	113	79	904,00	632,00	69,91	95	1	1	6	5	5	16,2
Tommi	59	2	1	100	76	800,00	608,00	76,00	90	1	1	6	5	4	16,1
Tommi	60	2	1	123	90	984,00	720,00	73,17	90	1	1	6	5	4	16
Tommi	61	2	2	87	69	696,00	552,00	79,31	95	1	1	6	5	4	16,1
Tommi	62	2	2	100	83	800,00	664,00	83,00	95	1	1	6	5	4	16
Tommi	63	2	2	106	72	848,00	576,00	67,92	95	1	1	7	5	4	16,2
Tommi	64	2	2	105	79	840,00	632,00	75,24	100	1	1	7	5	4	15,6
Hybnos	65	1	1	101	89	808,00	712,00	88,12	100	1	1	7	5	4	16,2
Hybnos	66	1	1	94	80	752,00	640,00	85,11	95	1	1	7	5	6	16,1
Hybnos	67	1	1	77	55	616,00	440,00	71,43	85	1	1	8	6	7	16,3
Hybnos	68	1	1	92	82	736,00	656,00	89,13	85	1	1	7	5	6	16,2
Hybnos	69	1	2	104	98	832,00	784,00	94,23	90	1	1	7	5	7	16,1
Hybnos	70	1	2	62	38	496,00	304,00	61,29	75	1	1	6	5	7	16,4
Hybnos	71	1	2	70	53	560,00	424,00	75,71	85	1	1	7	5	7	16,2
Hybnos	72	1	2	119	93	952,00	744,00	78,15	95	1	1	7	5	7	15,8
Hybnos	73	2	1	111	83	888,00	664,00	74,77	95	1	1	7	5	6	16
Hybnos	74	2	1	90	68	720,00	544,00	75,56	90	1	1	7	5	5	16,2
Hybnos	75	2	1	103	88	824,00	704,00	85,44	95	1	1	7	5	5	16
Hybnos	76	2	1	80	66	640,00	528,00	82,50	90	1	1	6	5	6	16,2
Hybnos	77	2	2	81	66	648,00	528,00	81,48	95	1	1	7	5	7	16,1
Hybnos	78	2	2	73	59	584,00	472,00	80,82	90	1	1	7	5	5	16,1
Hybnos	79	2	2	96	76	768,00	608,00	79,17	90	1	1	7	5	8	16,1
Hybnos	80	2	2	79	55	632,00	440,00	69,62	85	1	1	7	5	7	16,3

Anhang 53: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004,
Boniturdaten, 27.05.2004

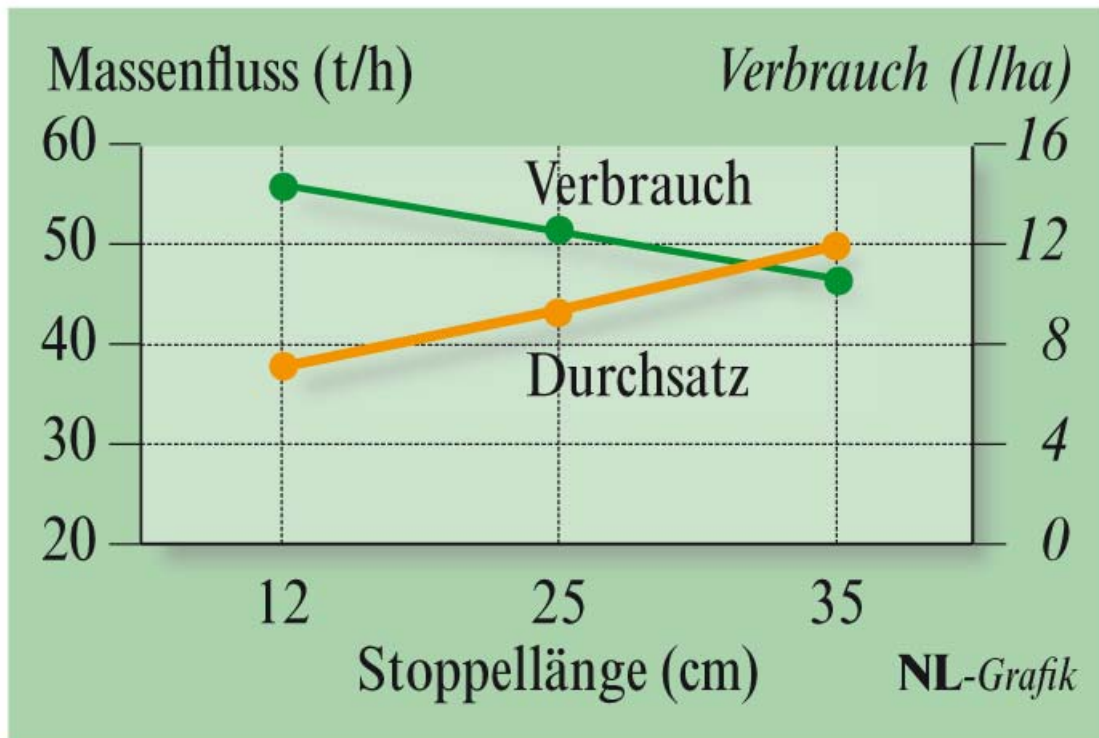
Boniturspunkt (A)	1s	2s	3k	4k	5k	6k	7s	8s	9s	10s	11k	12k	13k	14k	15s	16s
115 Meter																
1. Pflanzen/lfd. Meter	12	12	19	15	14	15	18	17	15	14	14	14	16	16	14	17
Triebe/lfd. Meter	76	81	120	69	86	71	98	101	78	83	113	104	95	95	104	126
2. Pflanzen/lfd. Meter	14	14	23	17	15	18	16	14	13	12	14	15	16	17	12	16
Triebe/lfd. Meter	92	67	131	94	110	121	102	98	102	82	106	118	92	107	89	129
3. Pflanzen/lfd. Meter	19	21	15	18	17	15	13	18	14	16	15	17	14	17	16	14
Triebe/lfd. Meter	123	105	87	111	98	106	100	117	112	105	98	110	84	102	103	107

Boniturspunkt (B)	1s	2s	3k	4k	5k	6k	7s	8s	9s	10s	11k	12k	13k	14k	15s	16s
165 Meter																
1. Pflanzen/lfd. Meter	17	13	15	17	14	15	16	16	15	14	12	15	14	14	15	13
Triebe/lfd. Meter	111	76	96	108	89	92	97	104	104	90	98	96	101	99	105	98
2. Pflanzen/lfd. Meter	15	14	18	14	14	14	17	15	13	13	16	15	15	14	12	17
Triebe/lfd. Meter	92	99	121	96	96	89	108	95	88	94	121	107	105	89	85	126
3. Pflanzen/lfd. Meter	16	16	17	17	17	16	14	17	16	14	14	16	14	16	16	15
Triebe/lfd. Meter	101	103	113	112	113	102	88	108	107	97	106	103	93	104	98	113

Anhang 54: Feldversuch zur differenzierten Stickstoffdüngung in Görmin 2004,
Boniturdaten, 20.06.2004

Boniturspunkt (A) 115 Meter	1s	2s	3k	4k	5k	6k	7s	8s	9s	10s	11k	12k	13k	14k	15s	16s
1. Pflanzen/lfd. Meter	12	12	19	15	14	15	18	17	15	14	14	14	16	16	14	17
Ähren/lfd Meter	59	62	85	76	88	72	102	81	85	79	93	85	84		94	107
2. Pflanzen/lfd.Meter	14	14	23	17	15	18	16	14	13	12	14	15	16	17	12	16
Ähren/lfd Meter	68	57	106	69	95	99	98	93	96	102	75	99	73		70	92
3. Pflanzen/lfd.Meter	19	21	15	18	17	15	13	18	14	16	15	17	14	17	16	14
Ähren/lfd Meter	98	96	73	96	66	98	89	116		91	98	82	83	92		101
Boniturspunkt (B) 165 Meter	1s	2s	3k	4k	5k	6k	7s	8s	9s	10s	11k	12k	13k	14k	15s	16s
1. Pflanzen/lfd.Meter	17	13	15	17	14	15	16	16	15	14	12	15	14	14	15	13
Ähren/lfd Meter	91	78	87	71	81	91	82	69	81	88	82	89	63	84	96	81
2. Pflanzen/lfd.Meter	15	14	18	14	14	14	17	15	13	13	16	15	15	14	12	17
Ähren/lfd Meter	74	93	91	109	71	96	109	94	88	86	90	95		85	70	102
3. Pflanzen/lfd.Meter	16	16	17	17	17	16	14	17	16	14	14	16	14	16	16	15
Ähren/lfd Meter	92	99	88	102	96	106	75	95	83	87	86	88	73	84	74	93

Anhang 55: Durchsatz und Verbrauch bei unterschiedlichen Stoppellängen
(Parallelversuch Hohenschulen)

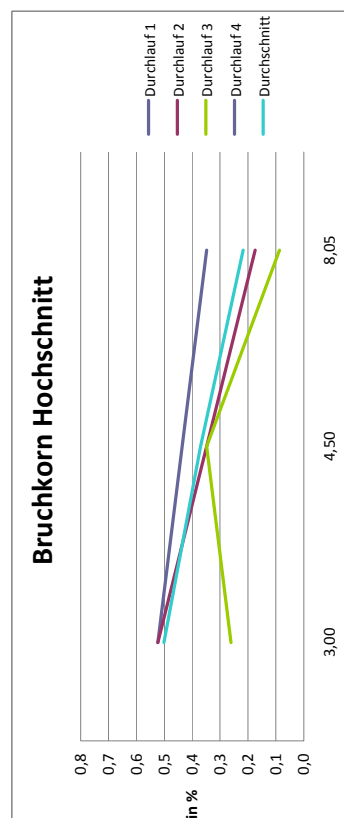
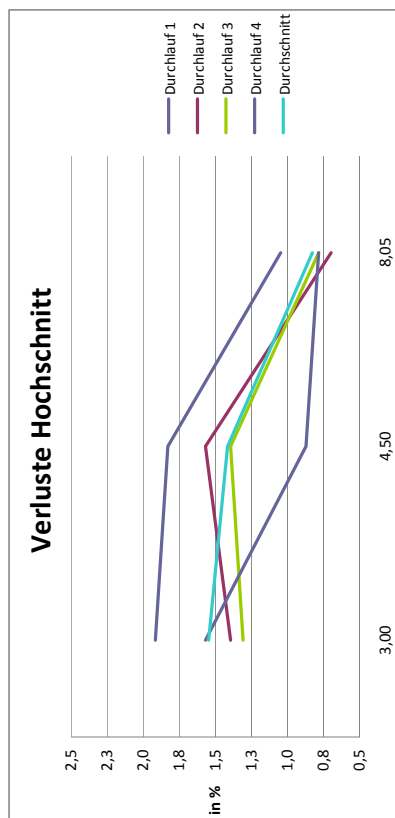


Anhang 56: Allgemeine Daten zu Hochschnittversuchen

Hochschnittversuch 2006	Hochschnittversuch 2007
<ul style="list-style-type: none"> • Drusch 30.07.2006 • Schlag bei Reppen • GbR Westernacher / Kübler • ca. 70 ha Schlag • Winterweizen • Drescher 2006 <ul style="list-style-type: none"> ▪ New Holland CR 980 (Rotordrescher) ▪ Schneidwerk 7,30 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Drusch 02.08.2007 • Schlag bei Littdorf • GbR Dr. Schönleber • ca. 80 ha Schlag • Winterweizen • Drescher 2007 <ul style="list-style-type: none"> ▪ John Deere WTS 9680 (Schüttlermähdrescher) ▪ Schneidwerk 6,60 m

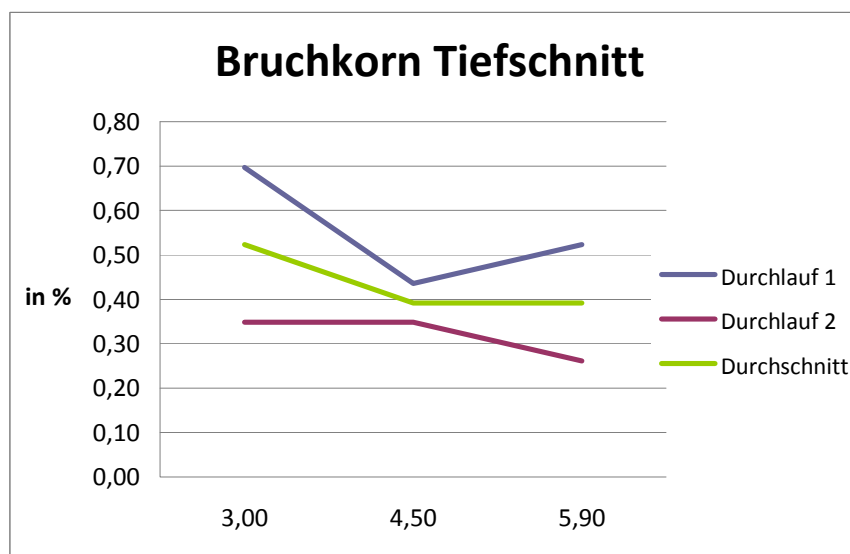
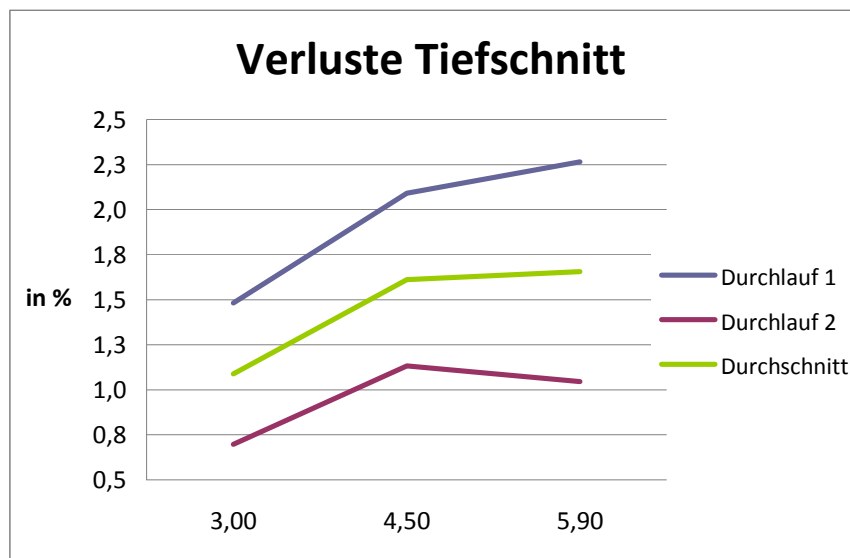
Anhang 57: Verluste beim Hochschnitt, Feldversuch in Reppen 2006 (nach Pakulat)

PROBE	Verlust in der Prüfschale, Hochschnitt															
													Durchschnitt			
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4a	4b	4c	5a	5b	5c	
ganz (%)	1,92	1,83	1,05	1,39	1,57	0,70	1,31	1,39	0,78	1,57	0,87	0,78	1,55	1,42	0,83	
bruch (%)	0,52	0,44	0,35	0,52	0,35	0,17	0,26	0,35	0,09	0,70	0,35	0,26	0,50	0,37	0,22	
gesamt (%)	2,44	2,26	1,39	1,92	1,92	0,87	1,57	1,74	0,87	2,26	1,22	1,05	2,05	1,79	1,05	
Geschw. (km/h)	3	4,5	8	3	4,5	7,8	3	4,5	8,1	3	4,5	8,3	3,00	4,50	8,05	



Anhang 58: Verluste beim Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006 (nach Pakulat)

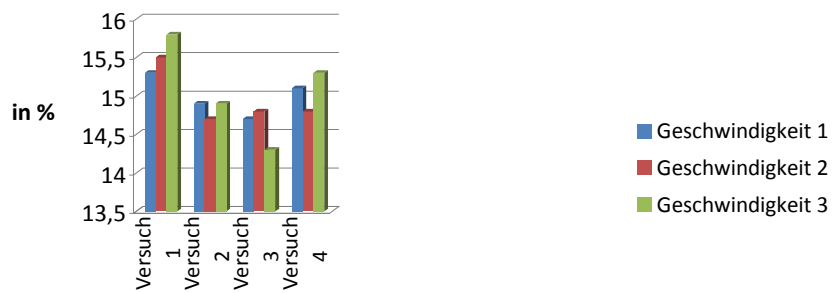
PROBE	Verlust in der Prüfschale, Tiefschnitt								
	Zusammenfassung								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
ganz (%)	1,48	2,09	2,26	0,70	1,13	1,05	1,09	1,61	1,66
bruch (%)	0,70	0,44	0,52	0,35	0,35	0,26	0,52	0,39	0,39
gesamt (%)	2,18	2,53	2,79	1,05	1,48	1,31	1,61	2,00	2,05
Geschw. (km/h)	3	4,5	5,9	3	4,5	5,9	3,00	4,50	5,90



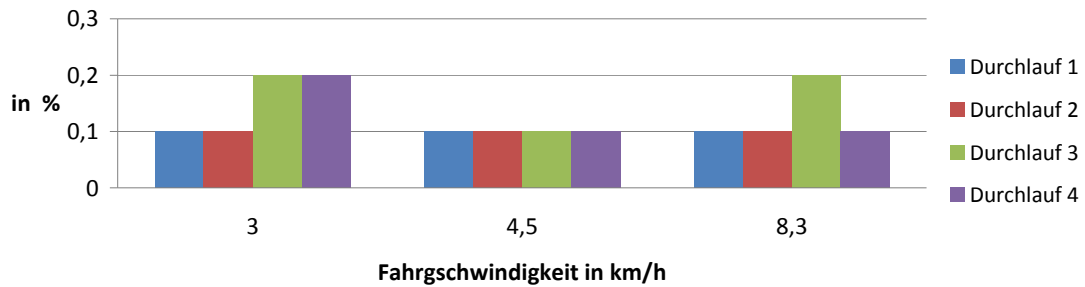
Anhang 59: Kornproben beim Hochschnitt, Feldversuch in Reppen 2006 (nach Pakulat)

PROBE	Kornproben im Bunker, Hochschnitt											
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4a	4b	4c
Feuchte (%)	15,3	15,5	15,8	14,9	14,7	14,9	14,7	14,8	14,3	15,1	14,8	15,3
Bruchkorn (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Schmachkorn (%)	0,4	1,5	0,2	0,6	0,8	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3
Schwarzbesatz (%)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
Geschw. (km/h)	3	4,5	8	3	4,5	7,8	3	4,5	8,1	3	4,5	8,3

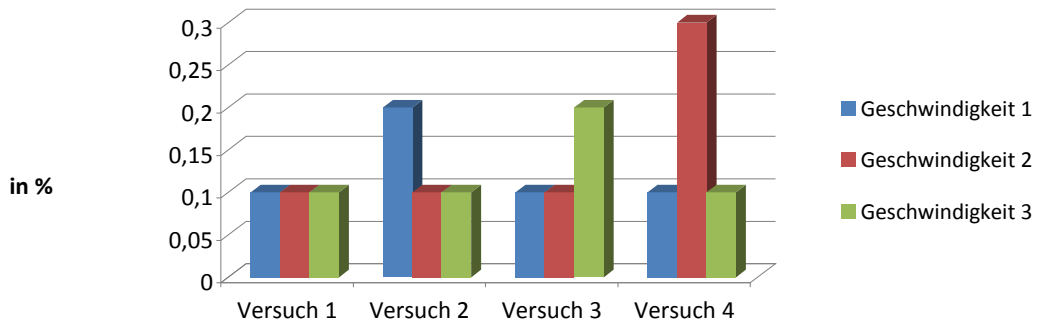
Kornfeuchte Hochschnitt



Bruchkorn Hochschnitt

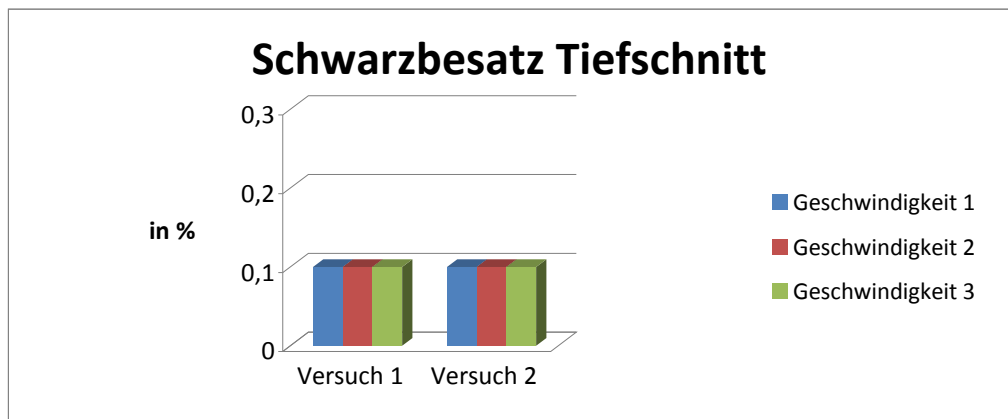
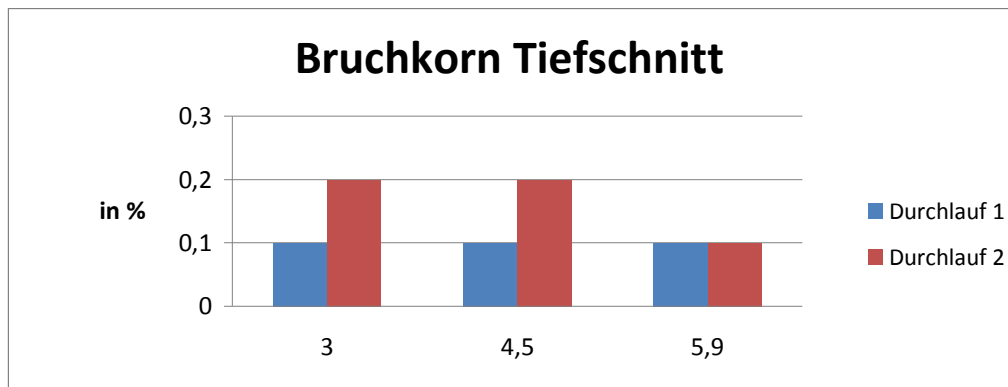
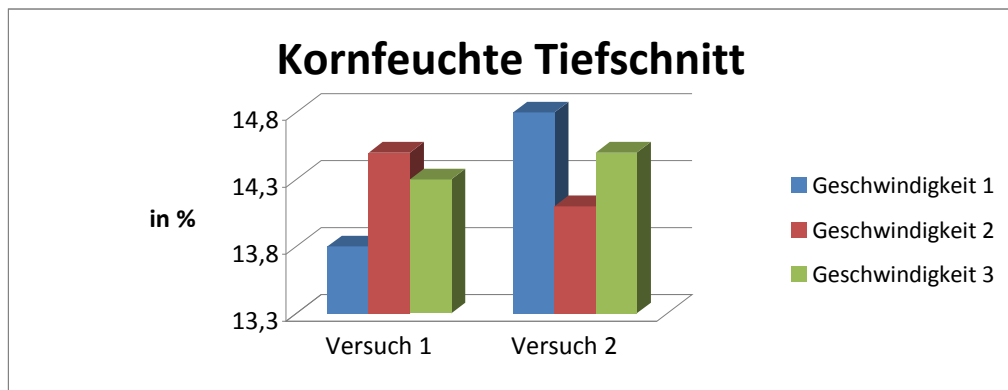


Schwarzbesatz Hochschnitt

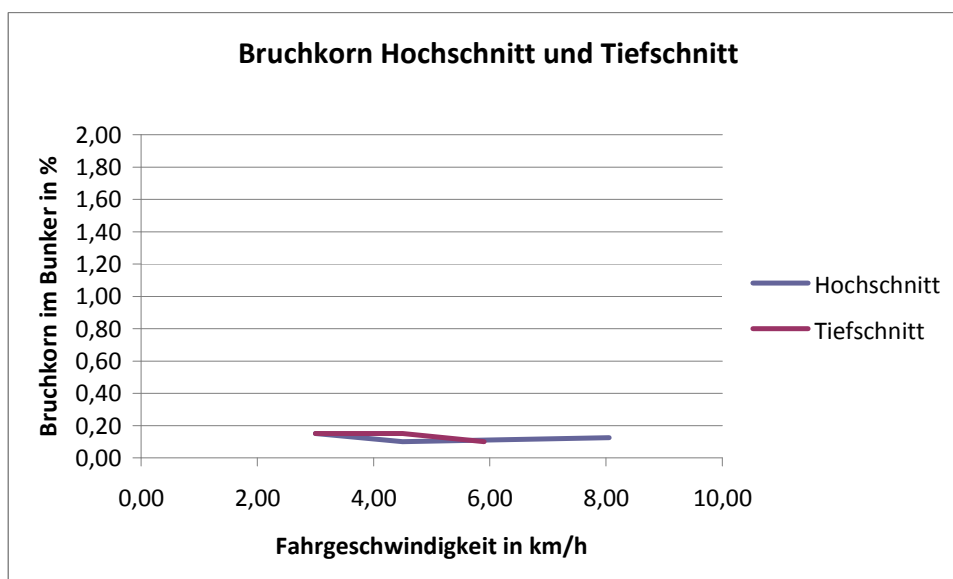
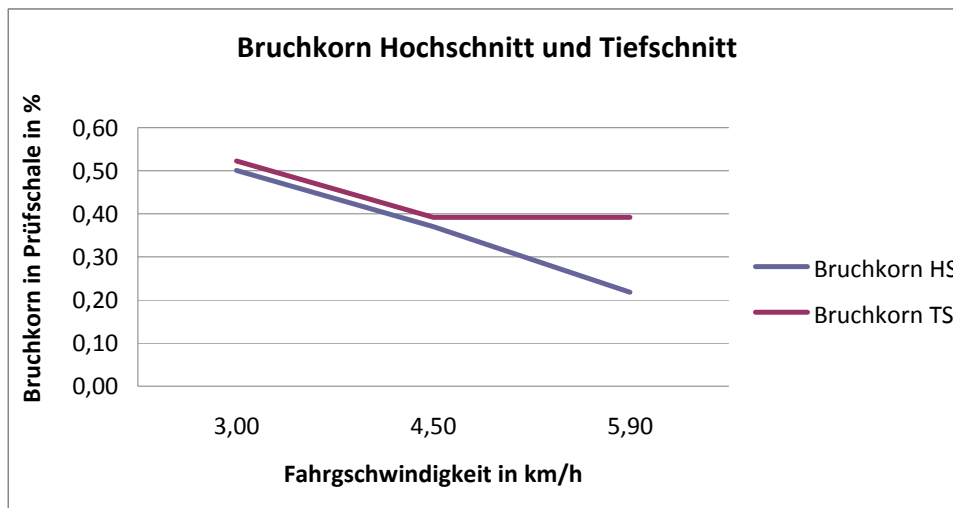
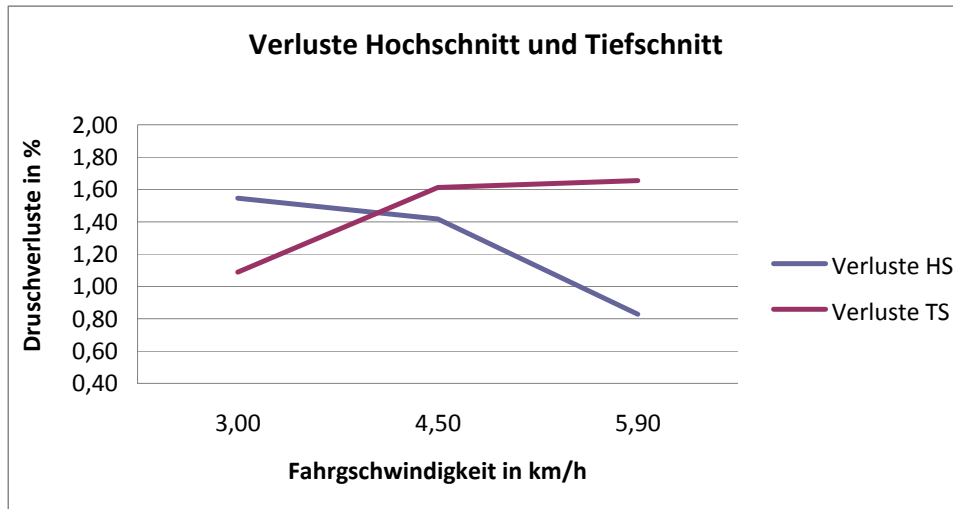


Anhang 60: Kornproben beim Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006 (nach Pakulat)

PROBE	Kornproben im Bunker, Tiefschnitt					
	1a	1b	1c	2a	2b	2c
Feuchte (%)	13,8	14,5	14,3	14,8	14,1	14,5
Bruchkorn (%)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Schmachkorn (%)	0,9	0,9	0,3	0,2	0,3	0,2
Schwarzbesatz (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Geschw. (km/h)	3	4,5	5,9	3	4,5	5,9



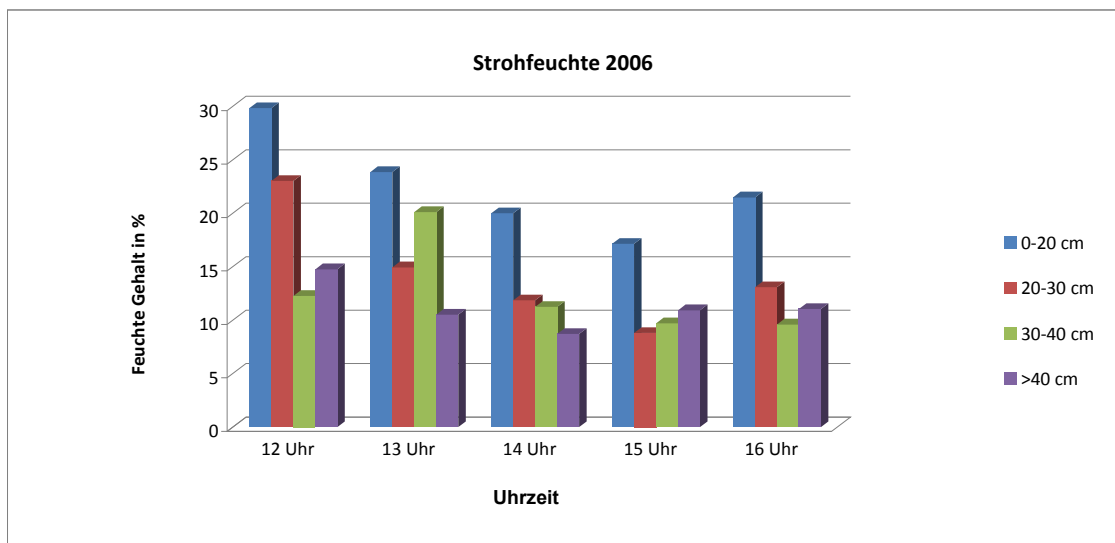
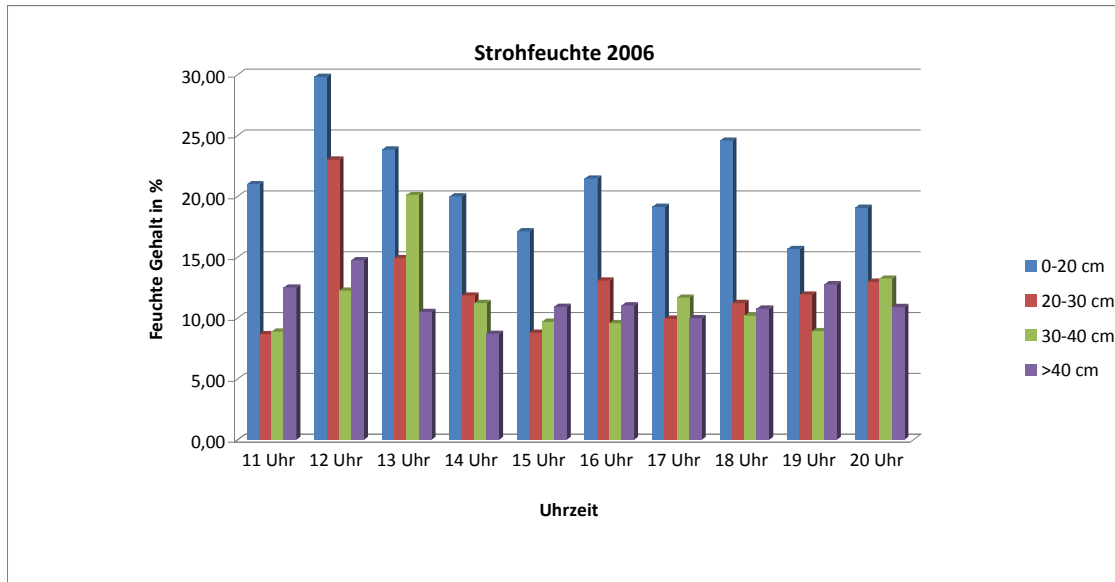
Anhang 61: Verluste im Hochschnitt und Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006
(nach Pakulat)



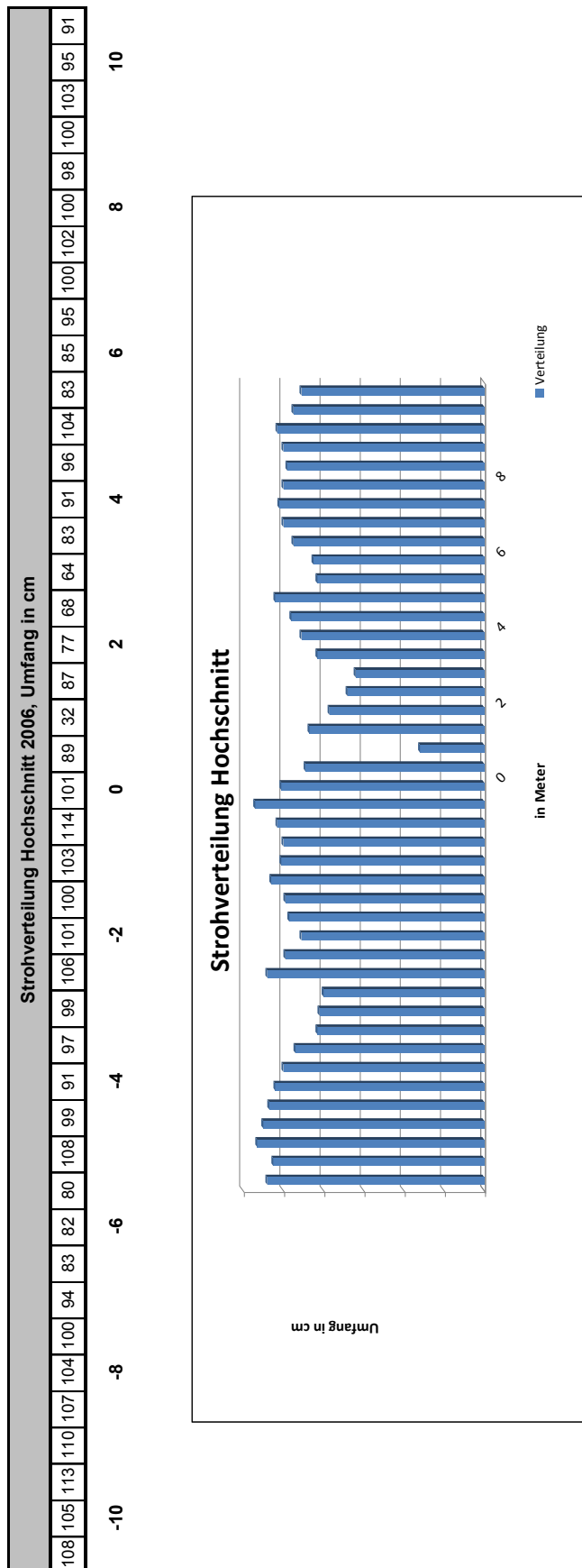
Anhang 62: Strohfeuchtegehalte bei unterschiedlichen Schnitthöhe, Feldversuch in Reppen 2006 (nach Pakulat)

Zeit	Schnitthöhe	Gew. vor Trockn.	Gew. n. Trockn.	TS-Gehalt (%)	Feuchte Gehalt (%)
11 Uhr	0 - 20 cm	31 g	24,48 g	78,97	21,03
	20 - 30 cm	13 g	11,87 g	91,31	8,69
	30 - 40 cm	10 g	9,11 g	91,10	8,90
	>40 cm	17 g	14,87 g	87,47	12,53
12 Uhr	0 - 20 cm	58 g	37,65 g	64,91	29,85
	20 - 30 cm	25 g	19,24 g	76,96	23,04
	30 - 40 cm	22 g	19,3 g	87,73	12,27
	>40 cm	22 g	18,75 g	85,23	14,77
13 Uhr	0 - 20 cm	45 g	34,26 g	76,13	23,87
	20 - 30 cm	19 g	16,16 g	85,05	14,95
	30 - 40 cm	16 g	12,78 g	79,88	20,13
	>40 cm	25 g	22,37 g	89,48	10,52
14 Uhr	0 - 20 cm	52 g	41,59 g	79,98	20,02
	20 - 30 cm	24 g	21,15 g	88,13	11,88
	30 - 40 cm	20 g	17,75 g	88,75	11,25
	>40 cm	25 g	22,82 g	91,28	8,72
15 Uhr	0 - 20 cm	48 g	40,73 g	84,85	17,15
	20 - 30 cm	21 g	19,15 g	91,19	8,81
	30 - 40 cm	21 g	18,96 g	90,29	9,71
	>40 cm	33 g	29,39 g	89,06	10,94
16 Uhr	0 - 20 cm	57 g	41,9 g	73,51	21,49
	20 - 30 cm	32 g	27,81 g	86,91	13,09
	30 - 40 cm	20 g	18,08 g	90,40	9,60
	>40 cm	34 g	30,24 g	88,94	11,06
17 Uhr	0 - 20 cm	58 g	46,89 g	80,84	19,16
	20 - 30 cm	24 g	21,61 g	90,04	9,96
	30 - 40 cm	23 g	20,31 g	88,30	11,70
	>40 cm	28 g	25,2 g	90,00	10,00
18 Uhr	0 - 20 cm	53 g	39,96 g	75,40	24,60
	20 - 30 cm	24 g	21,3 g	88,75	11,25
	30 - 40 cm	19 g	17,06 g	89,79	10,21
	>40 cm	29 g	25,87 g	89,21	10,79
19 Uhr	0 - 20 cm	50 g	42,15 g	84,30	15,70
	20 - 30 cm	21 g	18,49 g	88,05	11,95
	30 - 40 cm	16 g	14,57 g	91,06	8,94
	>40 cm	24 g	20,93 g	87,21	12,79
20 Uhr	0 - 20 cm	64 g	51,79 g	80,92	19,08
	20 - 30 cm	26 g	22,62 g	87,00	13,00
	30 - 40 cm	19 g	16,48 g	86,74	13,26
	>40 cm	27 g	24,05 g	89,07	10,93
Strohprobe					
	Mulchen1	108 g	51,1 g	47,31	52,69
	Mulchen2	105 g	44,36 g	42,25	57,75
	Mulchen3	88 g	42,78 g	48,61	51,39
	Strohprobe	28 g	24,08 g	86,00	14,00

Anhang 63: Strohfeuchte bei unterschiedlicher Schnitthöhe, Feldversuch in Reppen
2006 (nach Pakulat)

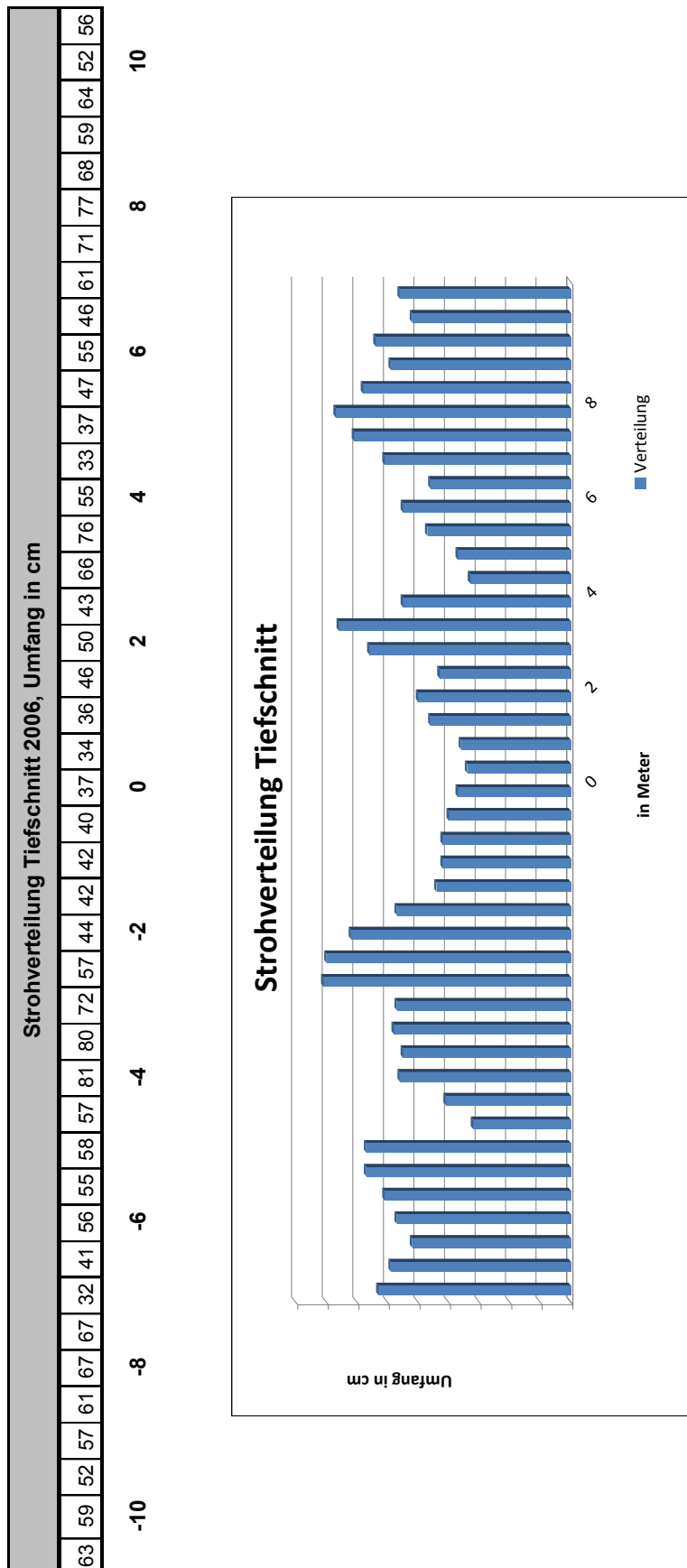


Anhang 64: Strohverteilung beim Hochschnitt, Feldversuch in Reppen 2006
(nach Pakulat)

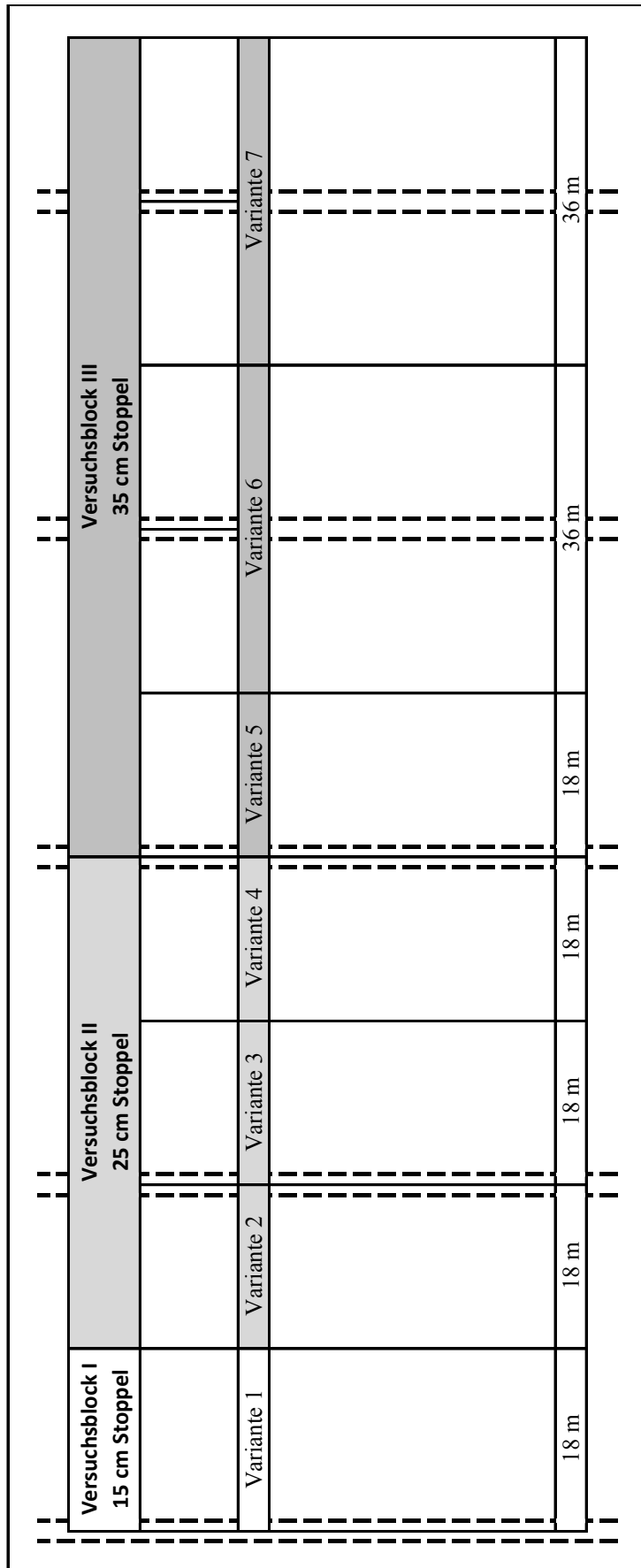


Anhang 65: Strohverteilung beim Tiefschnitt, Feldversuch in Reppen 2006

(nach Pakulat)



Anhang 66: Versuchsplan, Feldversuch in Littdorf 2007 (nach Pakulat)



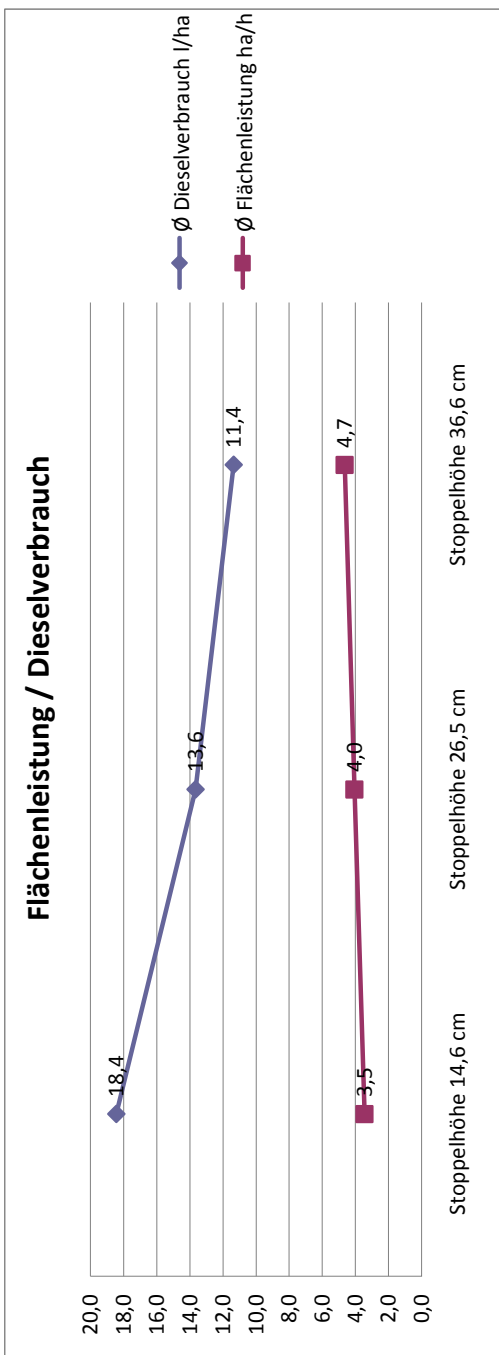
Anhang 67: Variantenplan, Feldversuch in Littdorf 2007 (nach Pakulat)

Variante	Schnitthöhe	Nachbearbeitung	Stoppelsturz	Grundboden- bearbeitung	Aussaat
Variante I	15 cm	keine	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750
Variante II	25 cm	keine	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750
Variante III	25 cm	Schlegelmulcher	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750
Variante IV	25 cm	Rotormulcher	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750
Variante V	35 cm	keine	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750
Variante VI	35 cm	Schlegelmulcher	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750
Variante VII	35 cm	Rotormulcher	Lemken Rubin	Köckerling Vario	John Deere A750

Anhang 68: Mähdrescherleistungen im Feldversuch 2007 (nach Pakulat)

Variante	Flächenleistung / Dieselverbrauch					
	Versuche	Ø Km/h	Dieselverbrauch l/ha	Ø Dieselverbrauch l/ha	Flächenleistung ha/h	Ø Flächenleistung ha/h
Tief Stoppelhöhe 14,6 cm	1	5,1	18,18	18,4	3,33	3,5
	2	5,5	18,69		3,58	
Mittel Stoppelhöhe 26,5 cm	1	6,0	13,65	13,6	3,91	4,0
	2	6,4	13,65		4,19	
Hoch Stoppelhöhe 36,6 cm	1	7,1	11,21	11,4	4,63	4,7
	2	7,2	11,51		4,68	

Datum: 02.08.2007

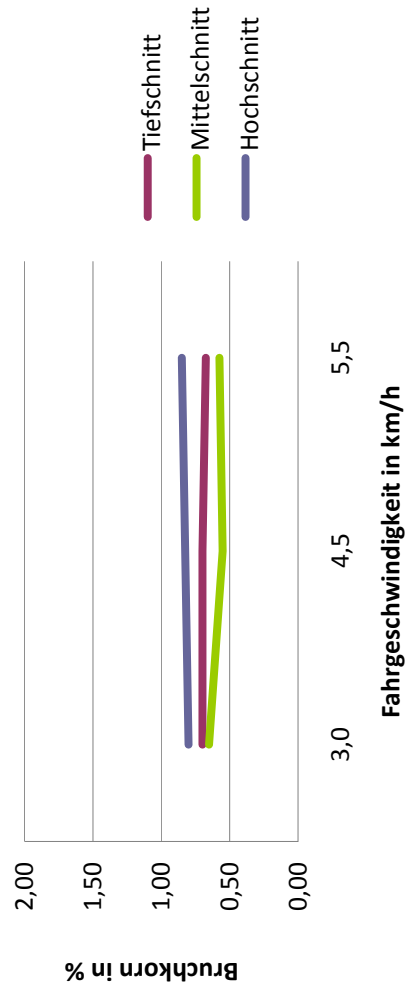


Anhang 69: Kornanalysen aus Bunkerprobe, Feldversuch in Littdorf 2007

(nach Pakulat)

Varianten	Bruchkornentwicklung (Kornprobe) 2007											
	Tief Stoppelhöhe 14,6 cm				Mittel Stoppelhöhe 26,5 cm				Hoch Stoppelhöhe 36,6 cm			
	Ø a	Ø b	Ø c		Ø a	Ø b	Ø c		Ø a	Ø b	Ø c	
PROBE												
Feuchte (%)	14,48	14,55	14,45		14,15	14,40	14,35		14,00	14,13	14,20	
Bruchkorn (%)	0,70	0,70	0,68		0,65	0,55	0,58		0,80	0,83	0,85	
Schmachkorn (%)	0,38	0,30	0,25		0,28	0,35	0,28		0,18	0,18	0,25	
Schwazrbesatz (%)	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	
Spelzen (%)	0,55	0,53	0,75		1,00	0,75	0,53		0,38	0,23	0,20	
Geschwindigkeit (km/h)	3,0	4,5	5,5		3,0	4,5	5,5		3,0	4,5	5,5	

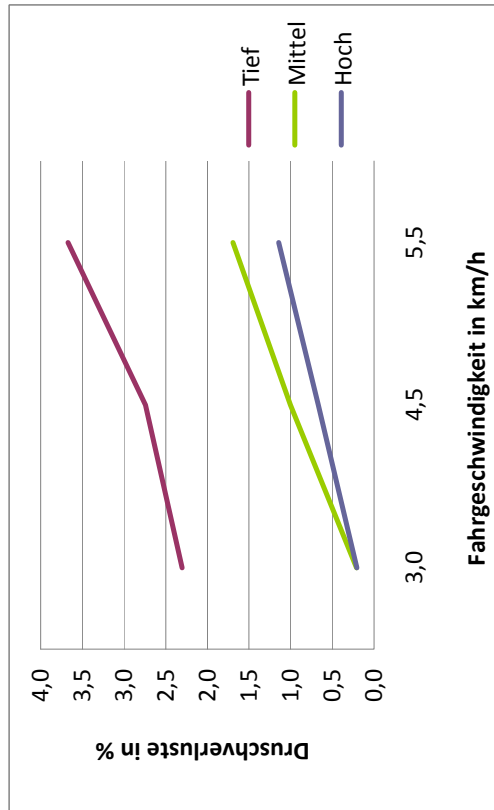
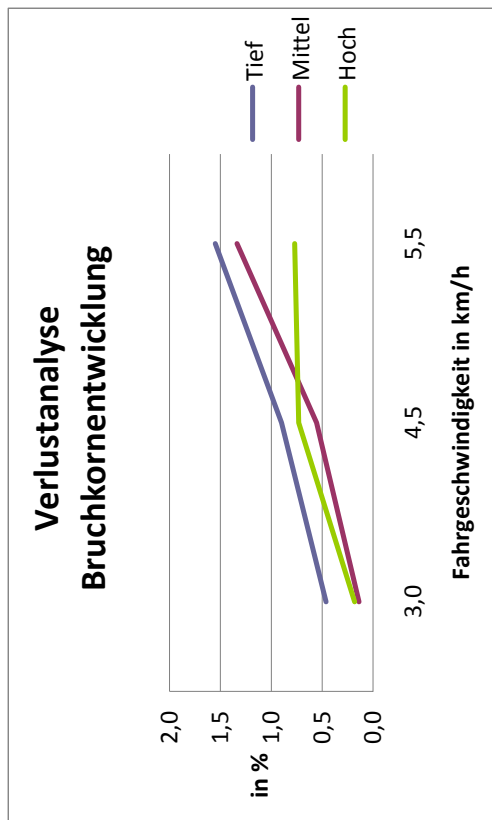
Datum 02.08.2007



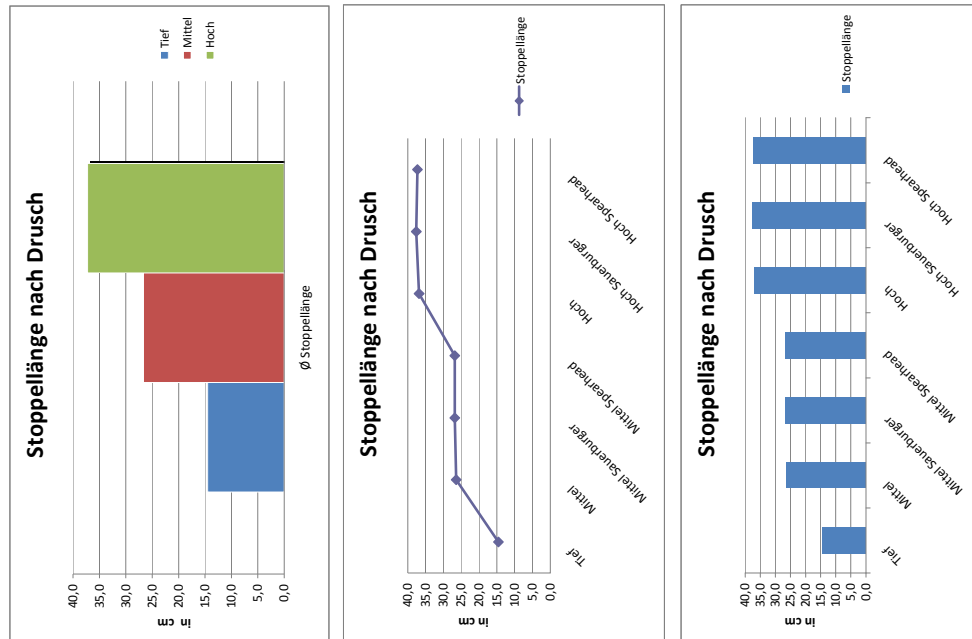
Anhang 70: Verlustanalyse in der Prüfschale, Feldversuch in Littdorf 2007
(nach Pakulat)

Verlustanalyse 2007										
Variante	Tiefschnitt			Mittelschnitt			Hochschnitt			
PROBE	Ø a	Ø b	Ø c	Ø a	Ø b	Ø c	Ø a	Ø b	Ø c	
Bruchkorn (%)	0,5	0,9	1,5	0,1	0,6	1,3	0,2	0,7	0,8	
Ganz (%)	2,3	2,7	3,7	0,2	1,0	1,7	0,2	0,7	1,1	
Gesamt (%)	2,8	3,6	5,2	0,3	1,6	3,0	0,4	1,4	1,9	
Geschwindigkeit (km/h)	3,0	4,5	5,5	3,0	4,5	5,5	3,0	4,5	5,5	

Datum: 02.08.2008

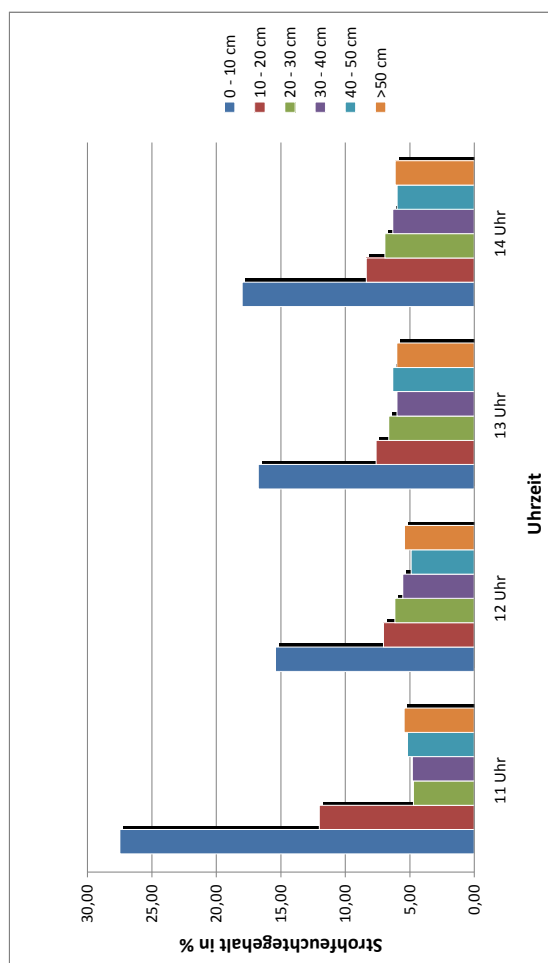


Anhang 71: Stoppellänge nach Drusch, Feldversuch in Littdorf 2007 (nach Pakulat)



Stoppellänge nach Drusch 2007 in cm									
Varianten	Variante I	Variante II	Variante III	Variante IV	Variante V	Variante VI	Variante VII		
	Tief	Mittel	Mittel Sauerburger	Mittel Spearhead	Hoch	Hoch Sauerburger	Hoch Spearhead		
	14	29	21	26	39	39	36		
	15	25	28	25	37	37	35		
	15	22	25	28	40	40	34		
	13	24	24	24	42	39	40		
	15	27	24	25	38	40	41		
	14	30	24	30	40	41	42		
	11	30	30	32	38	42	38		
	17	25	25	30	37	40	36		
	15	26	27	28	36	38	41		
	14	28	31	27	39	35	39		
	16	22	34	25	33	35	40		
	14	25	25	25	36	38	37		
	15	23	30	28	35	40	42		
	18	27	27	25	25	37	38		
	18	30	25	27	27	38	37		
	15	28	26	30	30	35	37		
	15	30	27	26	26	44	38		
	14	30	28	28	28	33	39		
	13	30	30	31	31	37	40		
	12	27	30	28	28	35	40		
	18	28	31	25	25	34	39		
	13	23	31	29	29	36	38		
	14	26	28	30	30	37	40		
	18	25	27	28	28	38	42		
	12	27	24	22	22	41	37		
	12	27	22	27	27	38	42		
	14	19	27	22	22	28	38		
	16	21	25	20	20	37	38		
	14	26	26	23	23	39	34		
	15	23	28	24	24	30	35		
12	27	26	30	30	37	38			
13	25	26	26	26	32	35			
17	24	27	28	28	35	32			
18	30	28	25	25	38	30			
15	28	24	27	27	32	35			
15	30	31	31	31	38	32			
14	25	22	24	24	35	34			
13	30	25	26	26	36	38			
10	27	28	30	30	38	39			
Stoppellänge	14,5	26,4	26,8	26,8	36,8	37,6	37,3		
Ø Stoppellänge	14,5	26,7			37,2				

Anhang 72: Strohfeuchte beim Drusch, Feldversuch in Littdorf 2007 (nach Pakulat)

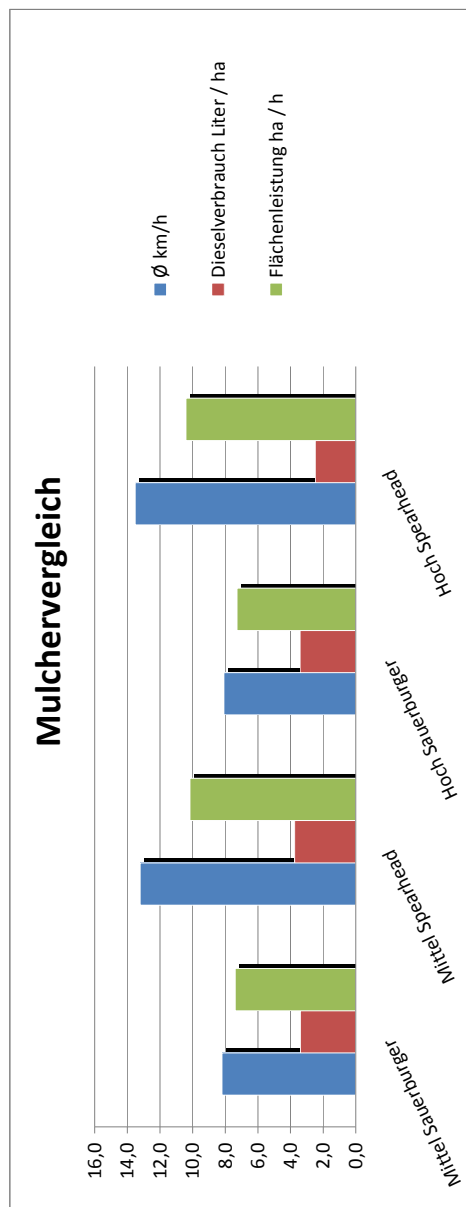


Strohfeuchte während des Drusches 2007 in %						
Zeit	Schnitthöhe	Einwaage	Rückwaage	TS% (60°C)	FS%	
11 Uhr	0 - 10 cm	12,12	8,79	72,52	27,48	
	10 - 20 cm	10,73	9,44	87,98	12,02	
	20 - 30 cm	9,11	8,68	95,28	4,72	
	30 - 40 cm	7,08	6,74	95,20	4,80	
	40 - 50 cm	5,99	5,68	94,82	5,18	
	>50 cm	5,71	5,40	94,57	5,43	
12 Uhr	0 - 10 cm	9,60	8,12	84,58	15,42	
	10 - 20 cm	9,81	9,12	92,97	7,03	
	20 - 30 cm	9,43	8,85	93,85	6,15	
	30 - 40 cm	7,22	6,82	94,46	5,54	
	40 - 50 cm	5,92	5,63	95,10	4,90	
	>50 cm	4,43	4,19	94,58	5,42	
13 Uhr	0 - 10 cm	10,51	8,75	83,25	16,75	
	10 - 20 cm	9,73	8,99	92,39	7,61	
	20 - 30 cm	8,15	7,61	93,37	6,63	
	30 - 40 cm	7,00	6,58	94,00	6,00	
	40 - 50 cm	6,49	6,08	93,68	6,32	
	>50 cm	5,49	5,16	93,99	6,01	
14 Uhr	0 - 10 cm	24,56	20,14	82,00	18,00	
	10 - 20 cm	17,90	16,40	91,62	8,38	
	20 - 30 cm	11,84	11,02	93,07	6,93	
	30 - 40 cm	8,71	8,16	93,69	6,31	
	40 - 50 cm	7,36	6,92	94,02	5,98	
	>50 cm	5,06	4,75	93,87	6,13	

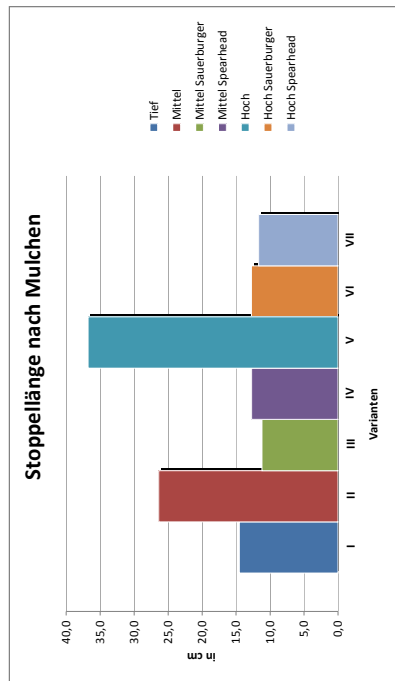
Anhang 73: Flächenleistung und Dieselverbrauch beim Mulchen, Feldversuch in
Littdorf 2007 (nach Pakulat)

Mulchervergleich 2007						
Flächenleistung / Dieselverbrauch						
Variante	effektive Arbeitsbreite in m	max. km/h	Ø km/h	Dieselverbrauch Liter / ha	Flächenleistung ha / h	
Mittel Sauerburger	9	9	8,2	3,4	7,4	
Mittel Spearhead	7,7	14	13,2	3,7	10,2	
Hoch Sauerburger	9	9	8,1	3,4	7,3	
Hoch Spearhead	7,7	14	13,5	2,5	10,4	

Datum: 06.08.2007



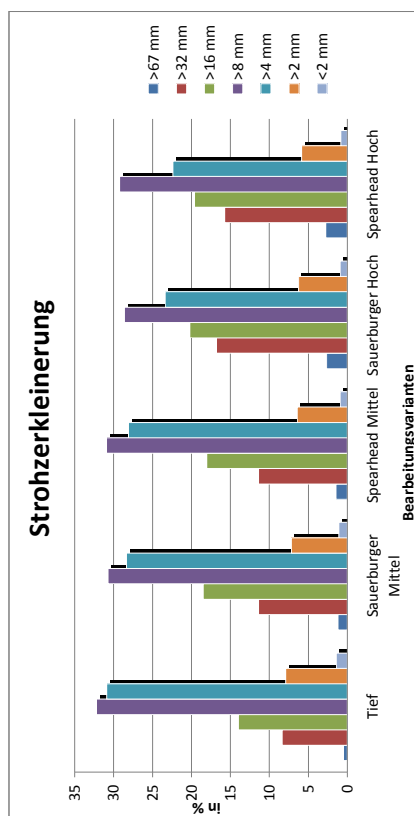
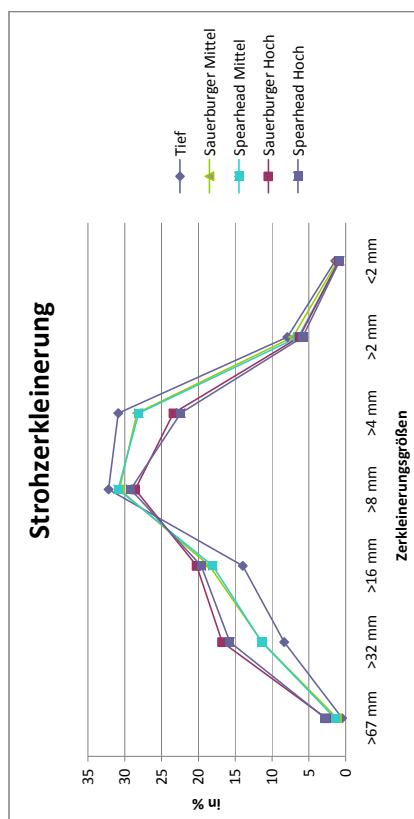
Anhang 74: Stoppellänge bei verschiedenen Mulchvarianten, Feldversuch in Littdorf 2007 (nach Pakulat)



Stoppellänge nach Mulchen 2007 in cm						
Variant I	Variant II	Variant III	Variant IV	Variant V	Variant VI	Variant VII
Tief	Mittel	Mittel Sauerburger	Mittel Spearhead	Hoch	Hoch Sauerburger	Hoch Spearhead
14	23	10	17	39	17	12
15	25	9	10	37	9	13
15	22	6	14	40	13	8
13	24	12	12	42	19	9
15	27	6	15	38	18	15
14	30	7	10	40	6	16
11	30	8	8	38	10	15
17	25	10	11	37	12	12
15	26	12	13	36	13	11
14	28	10	12	39	10	12
16	22	16	8	33	8	13
14	25	10	13	36	11	14
15	23	14	12	35	17	8
18	27	15	12	40	18	9
18	30	9	11	42	10	10
15	28	9	25	35	12	17
15	30	9	14	44	15	14
14	30	12	12	33	14	12
13	30	18	16	37	12	16
12	27	17	9	35	16	18
18	28	8	16	34	19	12
13	23	7	12	36	12	8
14	26	18	13	37	10	10
18	25	14	11	38	14	14
12	27	14	10	41	8	9
12	27	11	18	38	10	12
14	19	12	16	28	9	13
16	21	22	10	37	11	8
14	26	14	12	39	12	9
15	23	11	15	30	18	10
12	27	7	13	37	20	11
13	25	9	14	32	16	11
17	24	9	10	35	9	13
18	30	11	9	38	13	15
15	28	8	9	32	10	11
15	30	9	14	38	8	15
14	25	13	12	35	12	8
13	30	13	19	36	14	7
10	27	9	9	38	12	6
14,5	26,4	11,2	12,7	36,8	12,7	11,7

Anhang 75: Strohzerkleinerung bei verschiedenen Mulchvarianten, Feldversuch in
Littdorf 2007 (nach Pakulat)

Auswertung Strohzerkleinerung																						
Variante	Probe	Strohlängenfraktionen								Steine, Erde	Summe	Probe	Strohlängenfraktionen					<2 mm				
		>67 mm	>32 mm	>16 mm	>8 mm	>4 mm	>2 mm	<2 mm	in g					in %								
									>67 mm				>32 mm	>16 mm	>8 mm	>4 mm	>2 mm		<2 mm	>67 mm	>32 mm	>16 mm
Tief	Ø	2,8	48,9	81,8	188,2	180,4	46,2	8,3	584,3	27,8	Ø	0	8	14	32	31	8	1				
Sauerburger Mittel	Ø	6,4	60,7	98,7	163,9	151,2	38,3	5,9	533,4	8,4	Ø	1	11	19	31	28	7	1				
Spearhead Mittel	Ø	7,3	57,0	90,3	154,6	140,6	32,2	4,6	500,4	13,9	Ø	1	11	18	31	28	6	1				
Sauerburger Hoch	Ø	14,6	91,8	110,6	156,4	127,9	34,3	5,0	546,8	6,2	Ø	3	17	20	29	23	6	1				
Spearhead Hoch	Ø	15,2	86,4	107,7	160,5	122,9	32,2	4,6	549,2	19,7	Ø	3	16	20	29	22	6	1				



Anhang 76: Feldaufgang bei entsprechender Stoppellänge und Mulchvariante,
Feldversuch in Littdorf 2007 (nach Pakulat)

Bonitur Rapsbestand 2007							
Wiederholungen	Varianten						
	Tief	Mittel	Mittel Sauerburger	Mittel Spearhead	Hoch	Hoch Sauerburger	Hoch Spearhead
	Pfl. / m ²	Pfl. / m ²	Pfl. / m ²	Pfl. / m ²	Pfl. / m ²	Pfl. / m ²	Pfl. / m ²
1	39,5	38,9	40,5	44,3	31,2	42,7	39,2
2	40,3	43,5	42,4	36,8	32,3	39,5	38,4
3	42,1	41,9	41,9	39,7	32,5	40,3	40,0
4	38,4	41,6	38,4	39,2	31,7	38,9	39,2
5	41,1	38,9	40,8	41,9	31,7	39,2	41,9
6	39,2	40,5	41,6	39,7	32,8	40,5	38,9
Durchschnitt	40,1	40,9	40,9	40,3	32,0	40,2	39,6

Datum: 24.11.2007

